

Познавательный журнал для хороших людей

# НАУКА

из первых рук

[www.scfh.ru](http://www.scfh.ru)

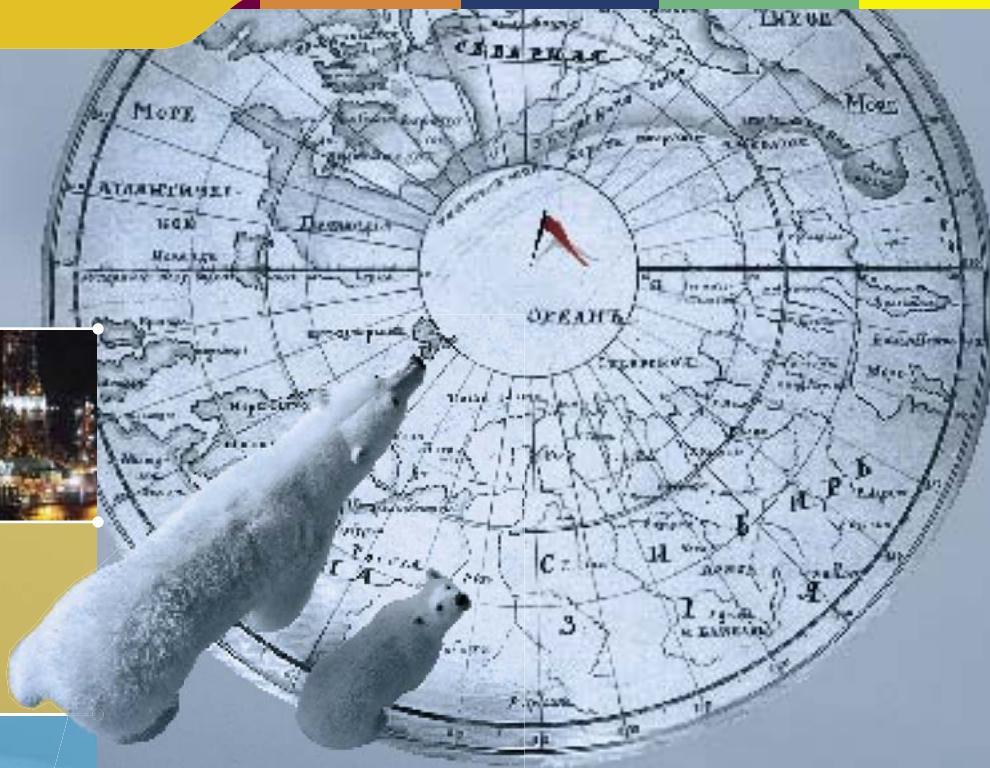
1<sup>(61)</sup>  
● 2015

НЕФТЬ И ГАЗ  
РОССИЙСКОЙ  
АРКТИКИ

ДОСПЕХИ  
ВОЛКА

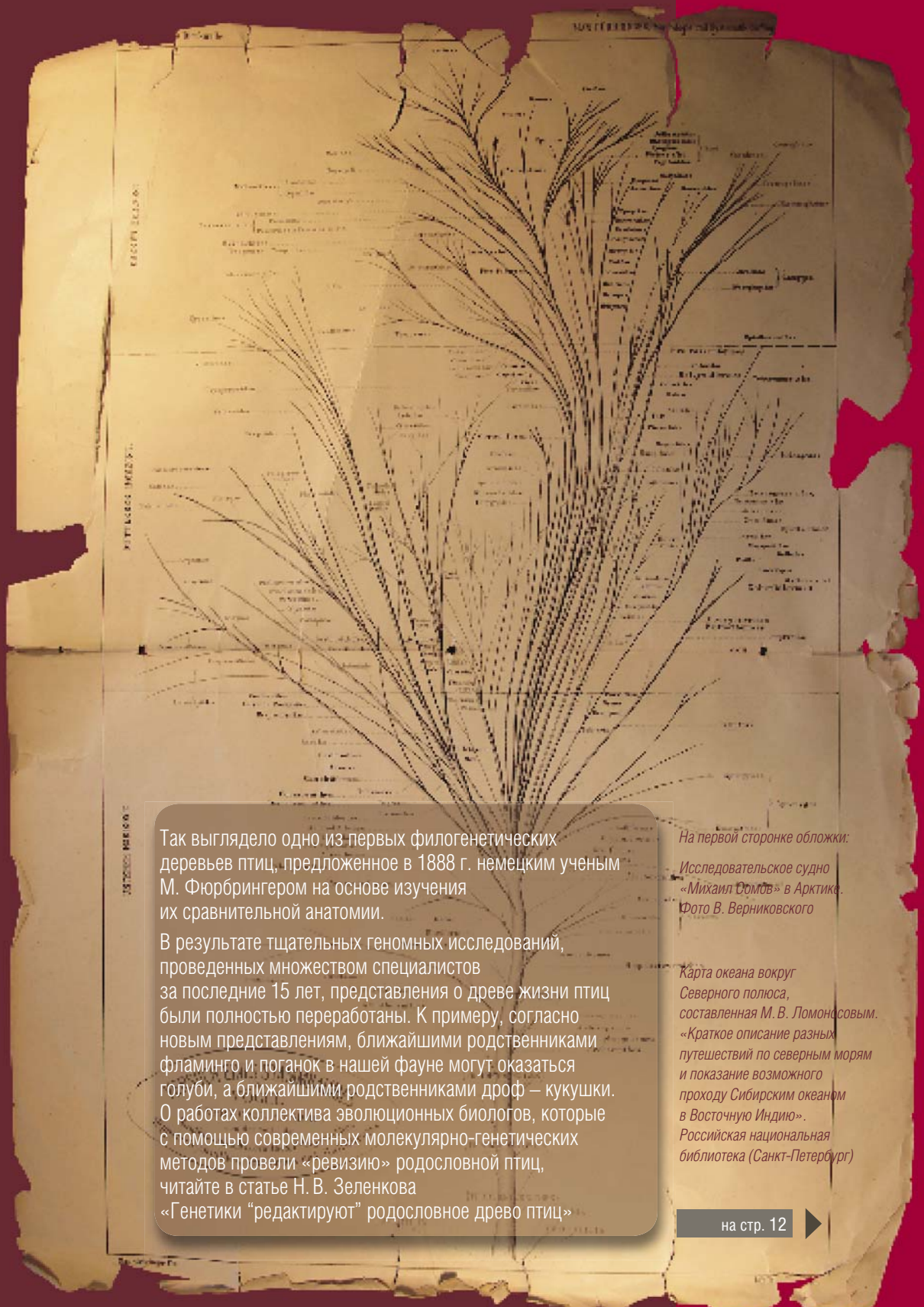
«ЭЛИКСИР  
МОЛОДОСТИ»  
ИЗ КРОВИ?

ВСЕ ГРАНИ  
КАМНЯ



# НАША АРКТИКА





Так выглядело одно из первых филогенетических деревьев птиц, предложенное в 1888 г. немецким ученым М. Фюрбрингером на основе изучения их сравнительной анатомии.

В результате тщательных геномных исследований, проведенных множеством специалистов за последние 15 лет, представления о древе жизни птиц были полностью переработаны. К примеру, согласно новым представлениям, ближайшими родственниками фламинго и поганок в нашей фауне могут оказаться голуби, а ближайшими родственниками дроф — кукушки. О работах коллектива эволюционных биологов, которые с помощью современных молекулярно-генетических методов провели «ревизию» родословной птиц, читайте в статье Н. В. Зеленкова «Генетики «редактируют» родословное древо птиц»

На первой стороне обложки:

Исследовательское судно «Михаил Сомов» в Арктике. Фото В. Верниковского

Карта океана вокруг Северного полюса, составленная М. В. Ломоносовым. «Краткое описание разных путешествий по северным морям и показание возможного проходу Сибирским океаном в Восточную Индию». Российская национальная библиотека (Санкт-Петербург)



**1.** 2015  
научно-популярный журнал



# НАУКА

из первых рук



## В НОМЕРЕ:

Первая в мире нефтедобывающая стационарная платформа «Приразломная», построенная на ПО «Севмаш», позволяет круглый год вести добычу на арктическом шельфе в условиях дрейфующих ледовых полей

Признание континентальной природы подводных хребтов Ломоносова и Менделеева в Северном Ледовитом океане должно увеличить площадь нефтегазоносного арктического шельфа России на территорию, равную двум Франциям

В 1919 г. американцы были готовы обменять на 25 паровозов один из шедевров российского камнерезного искусства – шкаф-кабинет с уникальной каменной мозаикой, ныне хранящийся в Минералогическом музее им. А. Е. Ферсмана

Бытовавшая у хантов и манси традиция использовать в ритуальных целях обычные бытовые предметы – от детских игрушек до фигурной посуды – превратила их святилища в своеобразные музеи, где хранятся экспонаты разных эпох и культур

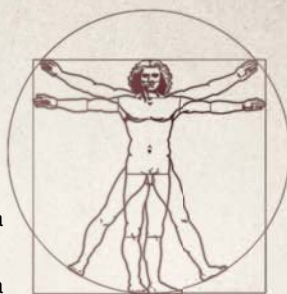
Познавательный журнал  
для хороших людей

### Редакционная коллегия

главный редактор  
акад. Н.Л. Добрецов  
заместитель главного редактора  
чл.-кор. В.И. Бухтияров  
заместитель главного редактора  
акад. В.В. Власов  
заместитель главного редактора  
чл.-кор. Н.В. Полосьмак  
заместитель главного редактора  
акад. В.Ф. Шабанов  
ответственный секретарь  
Л.М. Панфилова  
акад. И.В. Бычков  
акад. М.А. Грачев  
акад. А.П. Деревянко  
чл.-кор. А.В. Латышев  
к.ф.-м.н. Н.Г. Никулин  
акад. В.Н. Пармон  
акад. Н.П. Похиленко  
д.ф.-м.н. М.П. Федорук  
акад. М.И. Эпов

### Редакционный совет

акад. Л.И. Афтанас  
чл.-кор. Б.В. Базаров  
чл.-кор. Е.Г. Бережко  
акад. В.В. Болдырев  
акад. А.Г. Дегерменджи  
проф. Э. Краузе (Германия)  
акад. Н.А. Колчанов  
акад. А.Э. Конторович  
акад. М.И. Кузьмин  
акад. Г.Н. Кулипанов  
д.ф.-м.н. С.С. Кутателадзе  
проф. Я. Липковски (Польша)  
акад. Н.З. Ляхов  
акад. В.И. Молодин  
д.б.н. М.П. Мошкин  
чл.-кор. С.В. Нетесов  
д.х.н. А.К. Петров  
проф. В. Сойфер (США)  
чл.-кор. А.М. Федотов  
д.ф.-м.н. М.В. Фокин  
д.т.н. А.М. Харитонов  
акад. А.М. Шалагин  
акад. В.К. Шумный  
д.и.н. А.Х. Элерт



«Естественное желание хороших  
людей – добывать знание»

Леонардо да Винчи

### Периодический научно-популярный журнал

Издается с января 2004 года

Периодичность: 6 номеров в год

Учредители:

Сибирское отделение Российской  
академии наук (СО РАН)

Институт физики полупроводников  
им. А.В. Ржанова СО РАН

Институт археологии и этнографии  
СО РАН

Лимнологический институт СО РАН

Институт геологии и минералогии  
им. В.С. Соболева СО РАН

Институт химической биологии  
и фундаментальной медицины СО РАН

Институт нефтегазовой геологии  
и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН

ООО «ИНФОЛИО»

Издатель: ООО «ИНФОЛИО»

Адрес редакции и издателя:  
630090, Новосибирск,  
ул. Золотодолинская, 11  
Тел.: +7 (383) 330-27-22, 330-21-77  
Факс: +7 (383) 330-26-67  
e-mail: zakaz@info-press.ru  
e-mail: editor@info-press.ru

www.ScienceFirstHand.ru

Журнал зарегистрирован  
в Федеральной службе по надзору  
в сфере связи, информационных  
технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор)

Свидетельство ПИ № ФС77-37577  
от 25 сентября 2009 г.

ISSN 1810-3960

Тираж 1 000 экз.

Отпечатано в типографии  
ООО «ИД „Вояж“» (Новосибирск)

Дата выхода в свет 30.03.2015

Свободная цена

Перепечатка материалов только  
с письменного разрешения редакции

© Сибирское отделение РАН, 2015

© ООО «ИНФОЛИО», 2015

© Институт физики полупроводников  
им. А.В. Ржанова СО РАН

© Институт археологии и этнографии  
СО РАН

© Лимнологический институт СО РАН

© Институт геологии и минералогии  
им. В.С. Соболева СО РАН

© Институт химической биологии  
и фундаментальной медицины СО РАН

© Институт нефтегазовой геологии  
и геофизики им. А.А. Трофимука  
СО РАН

### Дорогие друзья!

Если бы в нашей стране существовали парламентские традиции, аналогичные британским, то место знаменитого мешка с шерстью, на котором восседает лорд-спикер, заняла бы бочка с сырой нефтью или баллон с метаном. Сегодня Россия входит в тройку мировых лидеров по добыче углеводородов, причем более 90% всего российского газа и около 10% нефти дают месторождения арктических нефтегазоносных провинций.

Российская Арктика, занимающая с учетом прилегающего континентального шельфа свыше трети всей территории РФ, – это настоящая «страна контрастов», с вечными льдами и огромными природными кладовыми, немногочисленным населением и богатой историей. Еще во второй половине XVIII в. первый русский академик М.В. Ломоносов в одном из своих последних сочинений, которое стало своеобразным завещанием будущим исследователям Арктики, писал о необходимости поиска и освоения северного морского хода «к восточным народам» – важнейшей современной транспортной магистрали, известной как Северный морской путь. Именно Северный Ледовитый океан великий ученый считал тем «просторным полем, где... усугубиться может российская слава».

В прошлом веке эти пророческие слова Ломоносова нашли новое воплощение, связанное с началом промышленного освоения Русского Севера, в том числе с поисками месторождений нефти и газа на континентальной части Арктики. И уже в начале 1930-х гг. в Республике Коми были открыты первые в мире арктические нефтяные месторождения – никакие другие страны в те годы поисков нефти и газа в Арктике не вели. За открытием, разведкой и освоением этих месторождений в сложнейших природно-климатических условиях стоит героическая работа нескольких поколений, опиравшаяся на отечественную науку и отечественные технологии.

До сих пор ни одна из стран не имеет опыта освоения таких уникальных гигантских газовых месторождений, как те, что были открыты на севере Западной Сибири, начиная с 1960-х гг. И хотя пока значительная часть добываемого здесь «жирного газа», содержащего не только метан, но и этан, бутан и пропан – ценнейшее сырье для нефтехимии, – просто сжигается, по мнению нашего автора – ведущего ученого-нефтяника и эксперта по энергетической безопасности академика А.Э. Конторовича, Россия имеет все возможности превратиться из импортера в крупнейшего мирового экспортера нефтегазохимической продукции.

В начале 1980-х гг. поисковые работы были начаты в Баренцевом и Карском морях, и на сегодня разведанные запасы открытых там крупных месторождений превышают 10 трлн м<sup>3</sup> газа и 0,5 млрд т нефти. Совсем недавно компания «Роснефть» сообщила об открытии еще одного такого гиганта в Карском море, символично названного «Победа». И хотя на сегодня исследовано не более одной десятой части этих территорий, можно утверждать, что на российском Западно-Арктическом



шельфе морей Северного Ледовитого океана сосредоточено свыше 90% запасов газа и свыше 45% – нефти, разведанных на всех шельфах циркумполярного пояса Земли.

В связи с этим особое значение приобретает проблема точного определения внешних границ российского континентального шельфа. Результаты научных исследований, которые станут одним из оснований для соответствующей заявки в ООН, свидетельствуют, что подводные хребты Ломоносова и Менделеева в Северном Ледовитом океане являются продолжением Сибирской континентальной плиты и представляют собой естественный «мост», соединяющий Северо-Американский и Азиатский континенты. Признание этих границ может принести России свыше 1 млн км<sup>2</sup> площади арктического шельфа и право на разработку колоссальных месторождений нефти и газа в районе Чукотка – Северный Полюс – Таймыр.

Что же касается оборудования и технологий для разведки и добычи нефти и газа в труднейших условиях многолетних льдов, то их нет ни у кого и их нужно создавать. Убедительным примером возможностей российской науки и промышленности служит уникальная нефтедобывающая платформа «Приразломная», построенная на одном из крупнейших судостроительных комплексов ОАО «ПО Севмаш», – первая в мире установка, предназначенная для работы на шельфах арктических морей среди дрейфующих ледовых полей.

Как справедливо заметил академик Конторович, «со времени первопроходцев Арктики хорошо известно, что она покоряется только сильным людям, людям, имеющим цель и идущим к ней несмотря ни на что и вопреки всему... В течение большей части XX века Россия была пионером в освоении Арктики. Так должно быть и впредь!».

Академик Н.Л. Добрецов,  
главный редактор





Согласно новому **РОДОСЛОВНОМУ ДРЕВУ** птиц, основанному на сходстве и различиях в их **ГЕНОМАХ**, ближайшими родственниками соколов являются не ястребы, а ... певчие птицы. **С. 12**

Благодаря «**СШИВАНИЮ**» системы **КРОВООБРАЩЕНИЯ** пары лабораторных мышей разного возраста в крови был обнаружен новый белок, способствующий «**ОМОЛОЖЕНИЮ**» мышечной и нервной ткани старых особей. **С. 16**



## .01

### НОВОСТИ НАУКИ

- ПОПАСТЬ В ДЕСЯТКУ
- 6 **В.Е. Блинов**  
«Розетта» – десять лет путешествия к комете
- 12 **Н.В. Зеленков**  
Генетики «редактируют» родословное древо птиц
- 16 **В.Н. Анисимов**  
«Эликсир молодости» из крови?
- 20 **С.М. Закиян, С.П. Медведев**  
Клеточная терапия сахарного диабета: новый прорыв – новые надежды
- 24 **Д.В. Черемисин**  
Наскальная живопись Сулавеси: 40 тысяч лет спустя
- 28 **Т.В. Липина**  
Пролить свет на память
- 32 **А.В. Батраков**  
Взрослеющие кубсатики
- 36 **Д.О. Жарков**  
Генетический алфавит расширен. Или нет?
- 40 **Е.А. Воронин**  
Устойчивые к ВИЧ
- 43 **А.С. Хахалин**  
Слепота защищает от шизофрении



В скором времени любой желающий сможет вывести на низкую околоземную **ОРБИТУ** свой собственный «**КУБСАТИК**» – кубический **НАНОСПУТНИК CubeSat** размером с кофейную кружку. **С. 32**

Молекулярные биологи уже больше двадцати лет занимаются созданием **НЕБЫВАЛЫХ** в природе **НУКЛЕОТИДОВ** – «букв» генетического кода, но им впервые **УДАЛОСЬ** заставить такую ДНК копироваться внутри живой бактериальной клетки. **С. 36**

## .02

### ПЛАНЕТА

- 46 **А.Э. Конторович**  
Нефть и газ российской Арктики: история освоения в XX веке, ресурсы, стратегия на XXI век
- 66 **В.А. Верниковский**  
От Арктиды – к современной Арктике. Северный Ледовитый океан глазами геолога

## .03

### ОТКРЫТИЕ СИБИРИ

- 76 **А.В. Бауло**  
Медведь-барабанщик. Русская игрушка в обрядах и культурах обских угров

## .04

### СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

- 92 **Л.Н. Бобров, Ю.С. Худяков, Ю.А. Филиппович**  
Доспехи волка

## .05

### МУЗЕИ И КОЛЛЕКЦИИ

- 106 **В.К. Гаранин, Е.А. Борисова**  
Все грани камня. Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана





# П О П А С Т Ь

# В Д Е С Я Т К У

Журнал *Science* ежегодно публикует в декабре список из десяти научных прорывов ушедшего года. Авторитетные отечественные ученые, уже традиционно, комментируют на страницах нашего журнала эти достижения, одновременно знакомя читателей с работами российских исследователей в актуальных научных областях

## «РОЗЕТТА» — ДЕСЯТЬ ЛЕТ ПУТЕШЕСТВИЯ К КОМЕТЕ

По версии журнала *Science* самым значимым научным прорывом 2014 г. стали результаты одного из наиболее амбициозных космических проектов последнего времени, благодаря которому космическому аппарату удалось не только достигнуть кометы, но и впервые доставить исследовательскую аппаратуру непосредственно на ее поверхность. Есть надежда, что данные, полученные в ходе космической экспедиции «Розетта», станут краеугольным камнем в построении теории эволюции Солнечной системы и будут востребованы для объяснения происхождения воды на Земле

Первоначальной целью миссии «Розетта», подготовленной Европейским космическим агентством в сотрудничестве с NASA, была комета 46P/Виртанена. Однако из-за отказа двигателя ракетносителя в 2002 г. старт был отменен, удобное стартовое время было упущено, и проект был переориентирован на исследование кометы 67P/Чурюмова – Герасименко с сохранением первоначальной исследовательской программы.

Космический аппарат «Розетта» успешно стартовал в 2004 г. и на протяжении десяти лет совершил четыре гравитационных маневра с использованием полей тяготения Земли и Марса, что дало возможность поднять скорость аппарата до орбитальной скорости кометы и вывести его в нужный момент на траекторию движения кометы. Выбор столь длительной и сложной схемы полета был обусловлен намеченной программой научных исследований миссии.

Все предыдущие космические экспедиции по изучению комет, от американско-европейского «ICE» и советской «Веги» в 1980-е гг. и до «Stardust» в 2011 г., проходили на встречных курсах. Благодаря такой схеме полета удалось не только сфотографировать с малого расстояния кометное ядро и доставить на Землю небольшие образцы пыли из ее хвоста, но даже в прямом смысле «попасть» в комету металлической болванкой и исследовать состав выброшенного при этом вещества.

Однако цель миссии «Розетта» значительно отличалась от предыдущих: планировалось, что космический аппарат проведет вблизи ядра кометы достаточно длительное время и осуществит посадку на ее поверхность спускаемого аппарата. Сделать подобное на встречных курсах невозможно, так как к скорости кометы, которая может достигать десятков и даже сотен километров в секунду, прибавляется *вторая космическая скорость* самого аппарата. Чтобы осуществить посадку на комету, относительные

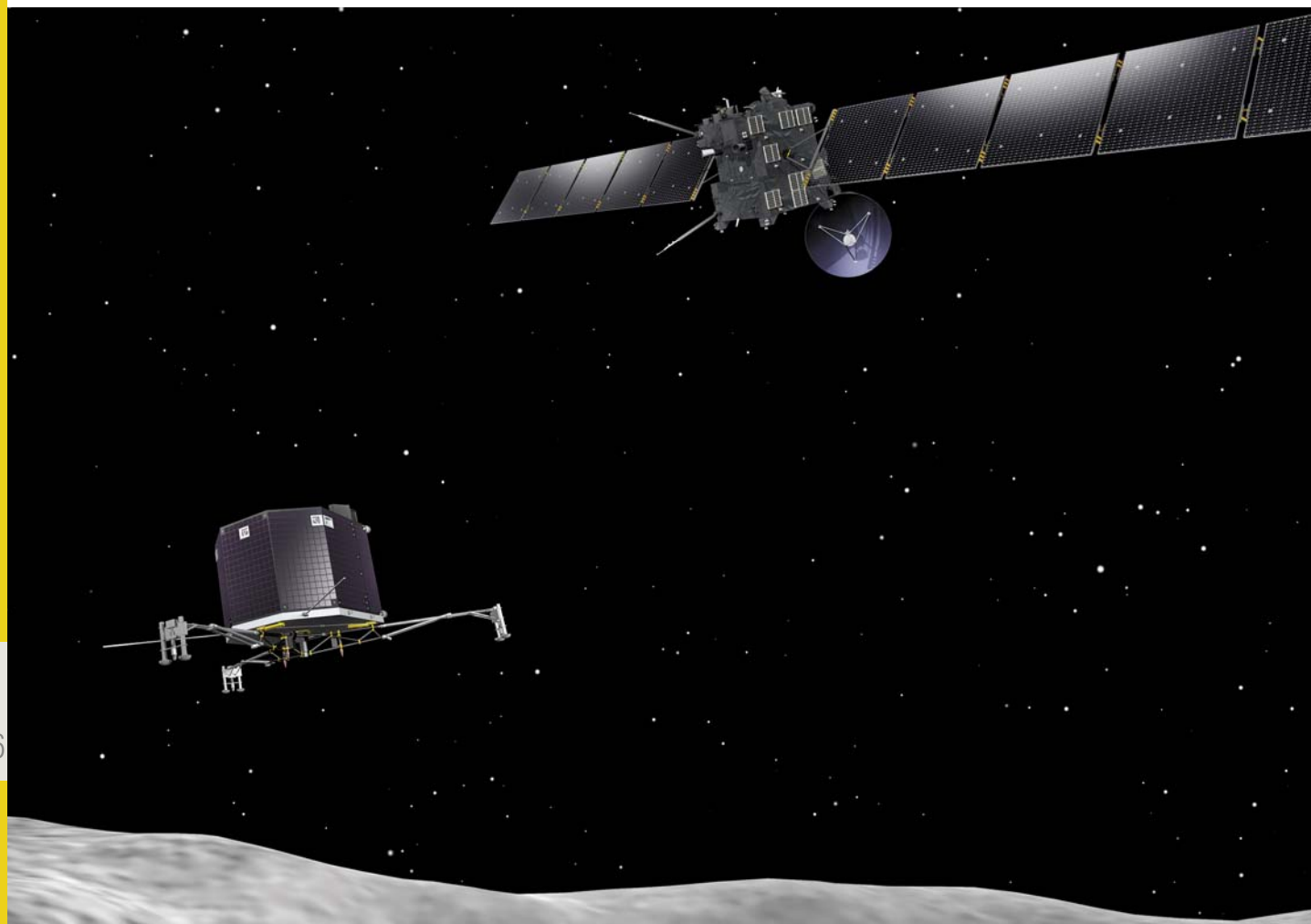


**БЛИНОВ Владимир Евгеньевич** – доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН (Новосибирск), профессор кафедры электрофизических установок и ускорителей Новосибирского государственного технического университета, доцент кафедры физики элементарных частиц Новосибирского государственного университета. Автор и соавтор более 350 научных публикаций

**Ключевые слова:** комета Чурюмова – Герасименко, Солнечная система, Розетта, Филы.

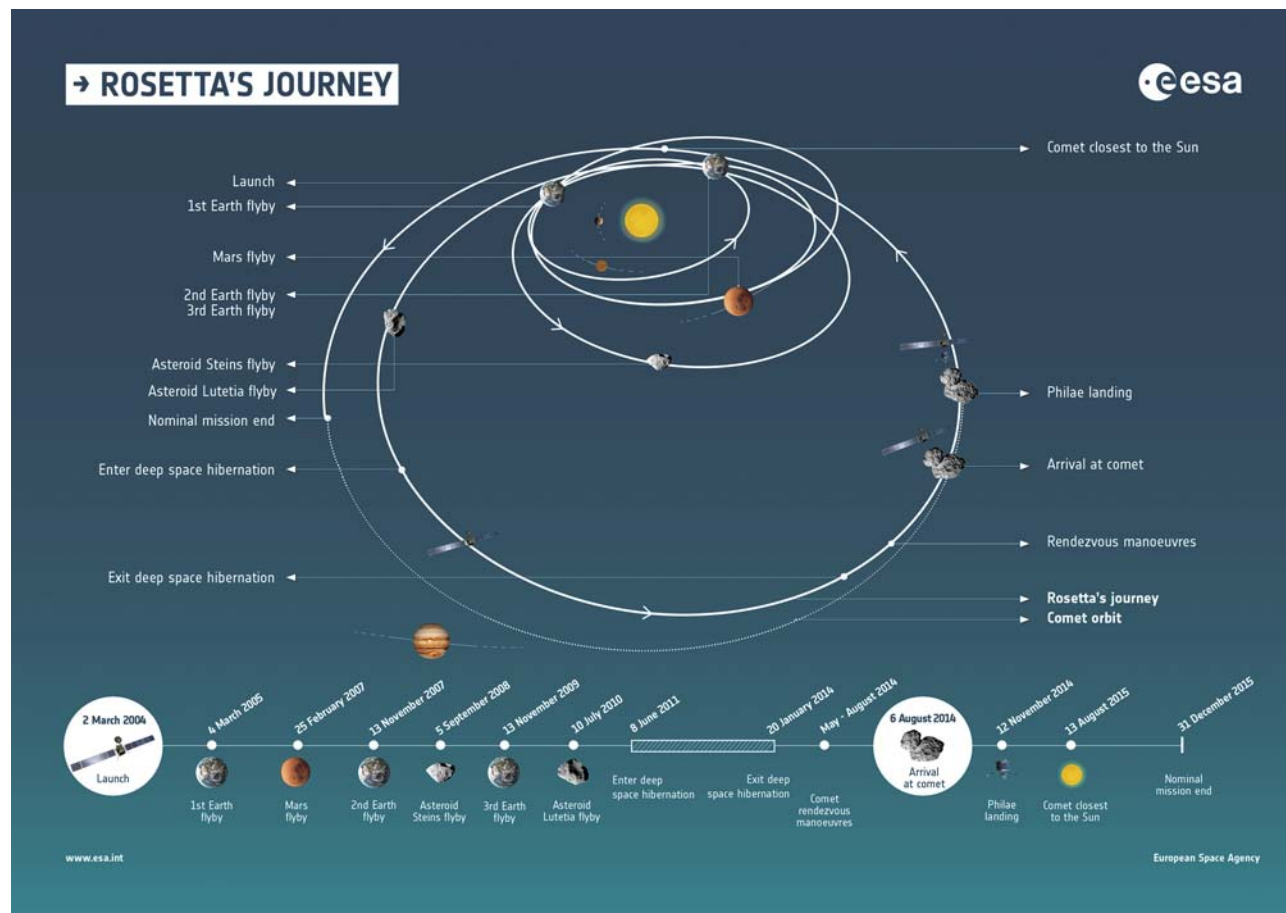
**Key words:** Comet 67P/Churyumov–Gerasimenko, Solar System, Rosetta, Philae

© В. Е. Блинов, 2015



Посадочный модуль «Филы», отделившийся от аппарата «Розетта», готовится к посадке на комету 67P (Чурюмова – Герасименко)  
© ESA–J. Huart, 2013





скорости кометы и космического аппарата должны быть максимально близкими. Благодаря выбранной схеме полета «Розетте» удалось подлететь к комете Чурюмова – Герасименко сзади и оставаться рядом с ней в течение длительного времени, находясь на ее траектории и двигаясь с такой же скоростью.

На борту трехтонной «Розетты» был установлен стокилограммовый спускаемый модуль «Филы», по размеру сравнимый с холодильником и 11 научных приборов, в том числе фотокамера, оборудованная двумя объективами диаметром 700 мм и 140 мм и CCD-матрицами 2048×2048 пикселей, и позволяющая получать изображения в оптическом и инфракрасном диапазонах длин волн. Полезная нагрузка модуля «Филы» включала десять приборов для исследования морфологических, химических, микробиологических и других характеристик ядра кометы, в том числе пиролизеры, масс-спектрометр для анализа и идентификации газообразных продуктов пиролиза и газовый хроматограф для анализа различных смесей органических и неорганических веществ.

Траектория и хронология миссии аппарата *Rosetta*.  
© ESA

### Пролетая мимо

Во время долгого полета к комете «Розеттой» была проведена серия научных исследований, вполне достойных самостоятельных миссий. Так, через полтора года после старта «Розетта» наблюдала столкновение 350-килограммовой металлической болванки, выпущенной аппаратом *Stardust*, с кометой *Tempel 1*. Спустя еще полгода «Розетта» пролетела на близком расстоянии от Марса, сделав потрясающие снимки «Красной планеты» в разных спектральных диапазонах, при этом снимки в ультрафиолетовой части спектра позволили обнаружить в марсианской атмосфере необычные процессы, неизвестные ранее.

Следующие полтора года космический аппарат провел в энергосберегающем режиме, из которого был выведен в 2008 г. для съемки шестикилометрового ас-

тероида Штейнса, пролетавшего мимо на расстоянии всего 800 км. В начале 2010 г. «Розетта» исследовала обнаруженное в поясе астероидов кометоподобное тело P/2010 A2, демонстрировавшее аномальное поведение. Эти данные совместно с информацией, полученной с космического телескопа «Хаббл», позволили установить причину появления аномалии – столкновение 150-метрового астероида с метровым осколком.

Однако основным результатом этого года стала съемка 100-километрового астероида Лютеция с расстояния 3170 км. Изучение снимков его поверхности дало основания считать этот астероид одним из немногих оставшихся с момента зарождения Солнечной системы «зародышей» планет – планетезималей.

Затем на два с половиной года, вплоть до 20 января 2014 г., «Розетта» погрузилась в спящий режим. Несмотря на проведенные в космическом пространстве десять лет и прохождение через пояс астероидов тестирование оборудования не выявило на борту космического аппарата никаких неполадок!

В августе 2014 г. «Розетта» наконец вошла в кометное облако. В это время и были сделаны самые эффектные снимки приближающегося и вращающегося кометного ядра.

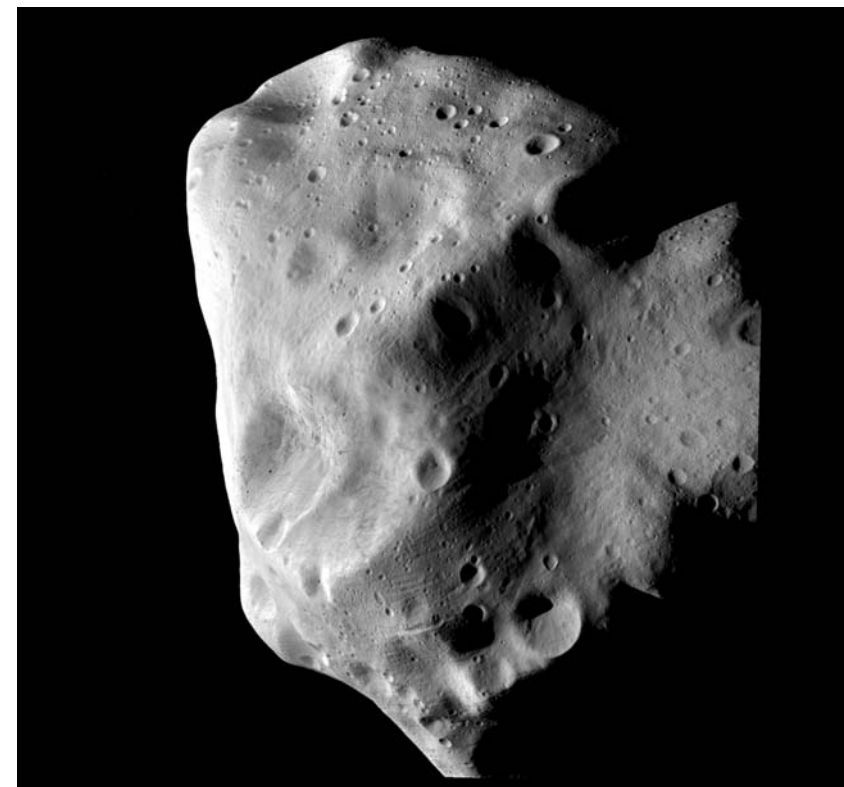
Оказалось, что поверхность кометы имеет сильно пересеченный рельеф: там есть горы высотой до 900 м и глубокие кратеры. Сама же комета имеет рыхлую

структуру и плотность около 470 кг/м<sup>3</sup>, близкую к плотности древесины.

### «Филы» прикометились

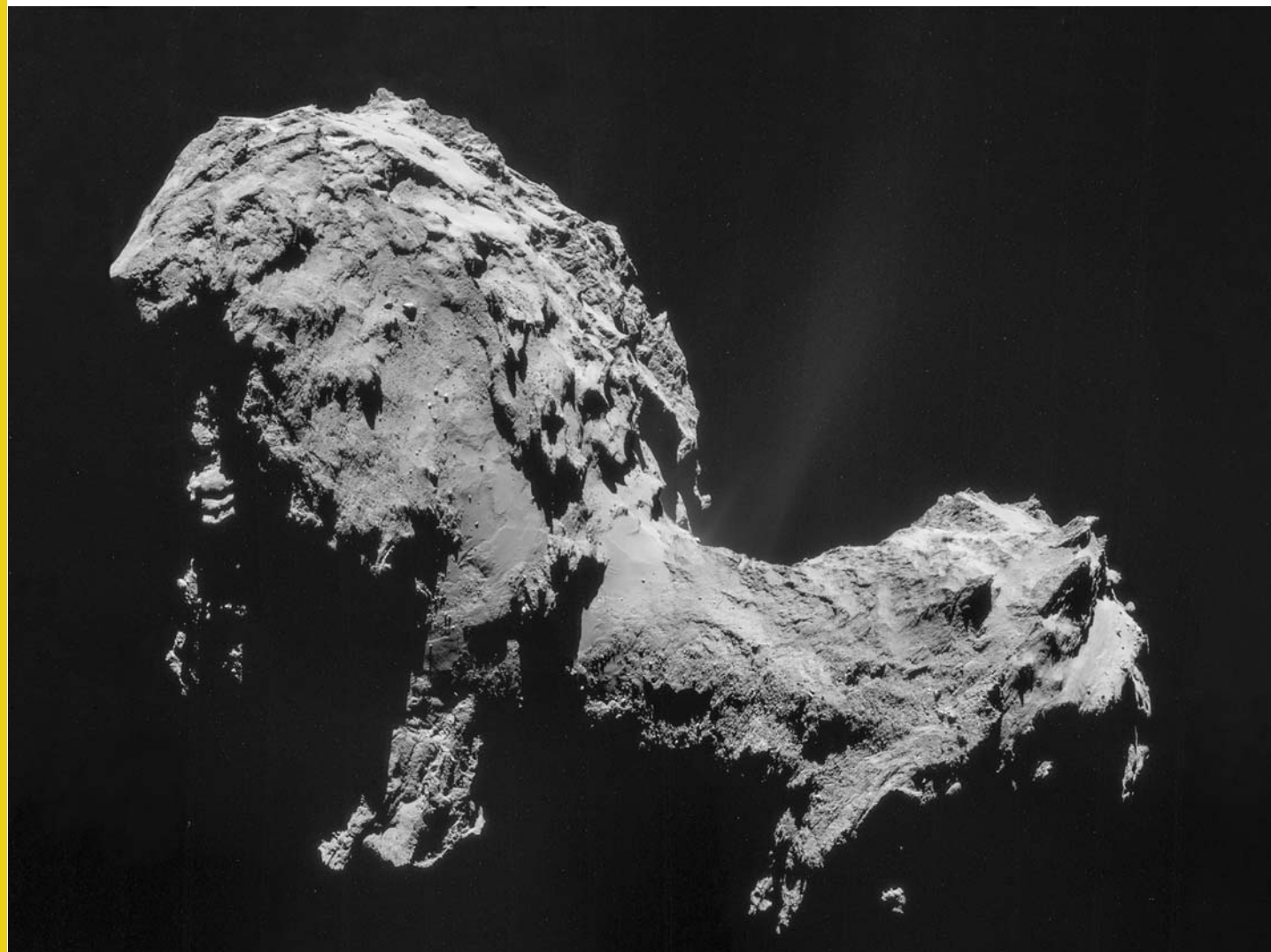
Уже первые измерения вблизи кометы принесли неожиданные результаты. Судя по альбедо (отражательной способности поверхности), равному 6%, комета Чурюмова – Герасименко является одним из самых темных объектов Солнечной системы (соответствующий показатель для Луны равен 12%, для Земли – около 37%). Этот факт указывает на то, что поверхность кометы содержит такие минералы, как сульфиды железа с примесью соединений углерода, и свидетельствует о низком содержании или полном отсутствии водного льда во внешних слоях грунта. Однако это не исключает, что лед может находиться на некоторой глубине под поверхностью.

В ноябре 2014 г. «Розетта» сблизилась с кометой до расстояния всего 3 км и произвела запуск спускаемого аппарата «Филы». Он подошел к комете с относительной скоростью около 1 м/с и при контакте с поверхностью выстрелил в нее двумя гарпунами, так как слабая гравитация кометы могла не удержать аппарат. Однако ни двигатель, который должен был прижать «Филы» к поверхности, ни гарпунная система не сработали, и аппарат дважды отскакивал от поверхности.



Лютеция – одна из немногих оставшихся с момента зарождения Солнечной системы планетезималей – «зародышей» планет. Она оказалась вдали от орбит, на которых формировались каменные планеты Солнечной системы, и слишком близко к Юпитеру, чье гравитационное воздействие не позволило ей набрать нужную массу.  
На фото – астероид Лютеция при максимальном сближении с аппаратом «Розетта» 10 июля 2010 г.  
© ESA 2010 MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/RSSD/INTA/UPM/DASP/IDA





В августе 2014 г. «Розетта» наконец вошла в кометное облако. В это время были сделаны самые эффектные снимки приближающегося и вращающегося кометного ядра.

На фото – комета 67P.  
© ESA/Rosetta/NavCam

**Комета Чурюмова – Герасименко, открытая еще в 1969 г. двумя советскими астрономами, – это рядовая комета с коротким периодом обращения, равным 6,6 года, и средней скоростью орбитального движения 18 км/с. Ее удаление от Солнца не превышает радиуса орбиты Юпитера, а траектория хорошо предсказуема, что позволяет выбрать правильное стартовое окно для запуска космического аппарата. Комета имеет массу около 10 млрд тонн, объем 25 км<sup>3</sup>, период вращения 12,5 ч.**

В конце концов ему удалось закрепиться, однако место посадки оказалось в тени и пока аппарат не получает достаточно солнечной энергии для обеспечения работы всех научных приборов.

Несмотря на такую нештатную посадку, «Филы» сразу начал передавать снимки поверхности кометы и данные измерений. Попытка бурения оказалась неудачной из-за очень твердой породы, расположенной под аппаратом, поэтому для анализа были взяты пробы из атмосферы кометы. Газовый хроматограф зафиксировал в атмосфере кометы органические молекулы с массой более 100 атомных единиц, что удалось обнаружить впервые.

Даже находясь в тени из-за неудачной посадки и не получая энергии от солнечных батарей, научные приборы, работая на аккумуляторах, успели выполнить большую часть намеченной программы измерений, прежде чем аппарат перешел в спящий режим. Однако большинство этих результатов пока не опубликовано.



Один из немногих опубликованных сенсационных результатов «Розетты» относится к изотопному составу воды в ядре кометы. Интерес к этим данным связан с тем, что, согласно современным теориям, основным источником земной воды были именно упавшие на планету кометы, поскольку их ядра состоят в основном из льда. Наиболее подходящими кандидатами на эту роль были короткопериодические кометы, подобные комете 67P/Чурюмова – Герасименко, так как предыдущие исследования показали отсутствие воды на долгопериодических кометах. Однако данные измерений не подтвердили этой гипотезы, что, скорее всего, указывает на более сложный механизм перемещения вещества в молодой Солнечной системе.

Сейчас ученые надеются, что при подлете кометы ближе к Солнцу энергии будет поступать достаточно для обеспечения полноценной работы бортовых приборов. Согласно первоначальному плану, аппарат должен проработать на поверхности кометы до конца 2015 г., но, вероятно, срок службы аппарата будет существенно продлен.

«Розетта» была названа в честь знаменитого Розетского камня – каменной плиты с выбитыми на ней тремя идентичными по смыслу текстами на древнеегипетском и древнегреческом языке, а название спускаемого аппарата – в честь о-ва Филы на р. Нил, где был найден знаменитый обелиск с иероглифической надписью. Эти уникальные археологические находки помогли ученым расшифровать древнеегипетские иероглифы. Современные исследователи надеются, что результаты, полученные благодаря космическим аппаратам «Розетта» и «Филы», будут способствовать дальнейшему развитию теории эволюции Солнечной системы и установлению источника происхождения воды на Земле.

Спускаемый аппарат «Филы» на поверхности кометы 67P/Чурюмова – Герасименко.  
© ESA/ATG medialab

#### Литература

Гнедин Ю. Н. *Астрономические наблюдения кометы века: новые, неожиданные результаты* // Соросовский образовательный журнал. 1999. № 6. С. 82–89. URL: <http://www.astronet.ru/db/print/msg/1168017>

Комета // *Энциклопедия Кругосвет*. URL: [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/astronomiya/KOMETA.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/astronomiya/KOMETA.html)

Rosetta. *Latest News* // European Space Agency. URL: [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Rosetta](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta)



# ГЕНЕТИКИ «РЕДАКТИРУЮТ» РОДОСЛОВНОЕ ДРЕВО ПТИЦ

Второе место среди десятки самых значительных научных достижений 2014 г. редакторы журнала *Science* отдали работам большого коллектива эволюционных биологов, которые с помощью современных молекулярно-генетических методов провели «ревизию» родословной птиц – наиболее многочисленного и широко распространенного класса современных позвоночных, – оценив темп и направление эволюционных переходов внутри этой группы на основе анализа геномов представителей разных таксонов пернатых

Птицы на протяжении столетий привлекали особое внимание исследователей, поэтому неудивительно, что многие открытия в различных областях биологической науки были сделаны при исследовании именно этих высших позвоночных. Вспомним, что даже в формировании теории происхождения видов важнейшую роль сыграли галапагосские вьюрки, так что этих птиц теперь по праву называют «дарвиновыми». Эти небольшие певчие птицы, относящиеся к *танагровым* – семейству всеядных птиц Нового Света, не так давно заселили Галапагосский архипелаг, где успели «произвести» на свет более десяти видов, различающихся размером, окраской оперения и строением клюва. Во время своего знаменитого путешествия на корабле «Бигль» Чарльз Дарвин посетил Галапагосы, где и наблюдал удивительное разнообразие этих птиц, являющееся более чем наглядной и убедительной иллюстрацией их недавней эволюции (по современным оценкам, предок современных галапагосских вьюрков попал на острова не ранее 2–3 млн лет назад).

Теория эволюции Дарвина оказала важнейшее влияние на развитие современной науки. Одним из существенных ее следствий стало понимание, что жизнь на Земле можно представить в виде своеобразного древа – что ныне живущие виды происходят от каких-то вымерших предков, а те, в свою очередь, восходят к каким-то еще более далеким предкам. По мере удаления в прошлое «ветви», представленные современными видами, сливаются во все более толстые «сучья» и заканчиваются единым «стволом» – предполагаемым предком всего живого на Земле. Очень примечательно, что именно такое древо жизни, которое можно уподобить генеалогическому дереву человеческого рода, было единственной иллюстрацией в первом издании знаменитой книги Ч. Дарвина «Происхождение видов...».

С момента зарождения теории эволюции Дарвина ученые пытаются воссоздать древо жизни для всех ныне живущих на земле организмов, и именно птицы долгое время, что называется, «задавали тон» в подобных исследованиях. Во второй половине XIX в. материал для реконструкции такого древа жизни (или, на современном языке – «филогенетического древа») ученые черпали во внутреннем строении организмов. Уже Дарвину было понятно, что внешнее строение животных может меняться в зависимости от условий среды, при этом животные, приспособившись к сходным условиям, могут стать удивительно похожими друг на друга. В этом смысле



**ЗЕЛЕНКОВ Никита Владимирович** – кандидат биологических наук, заведующий кабинетом палеорнитологии Палеонтологического института им. А. А. Борисяка РАН (Москва). Автор и соавтор 67 научных работ

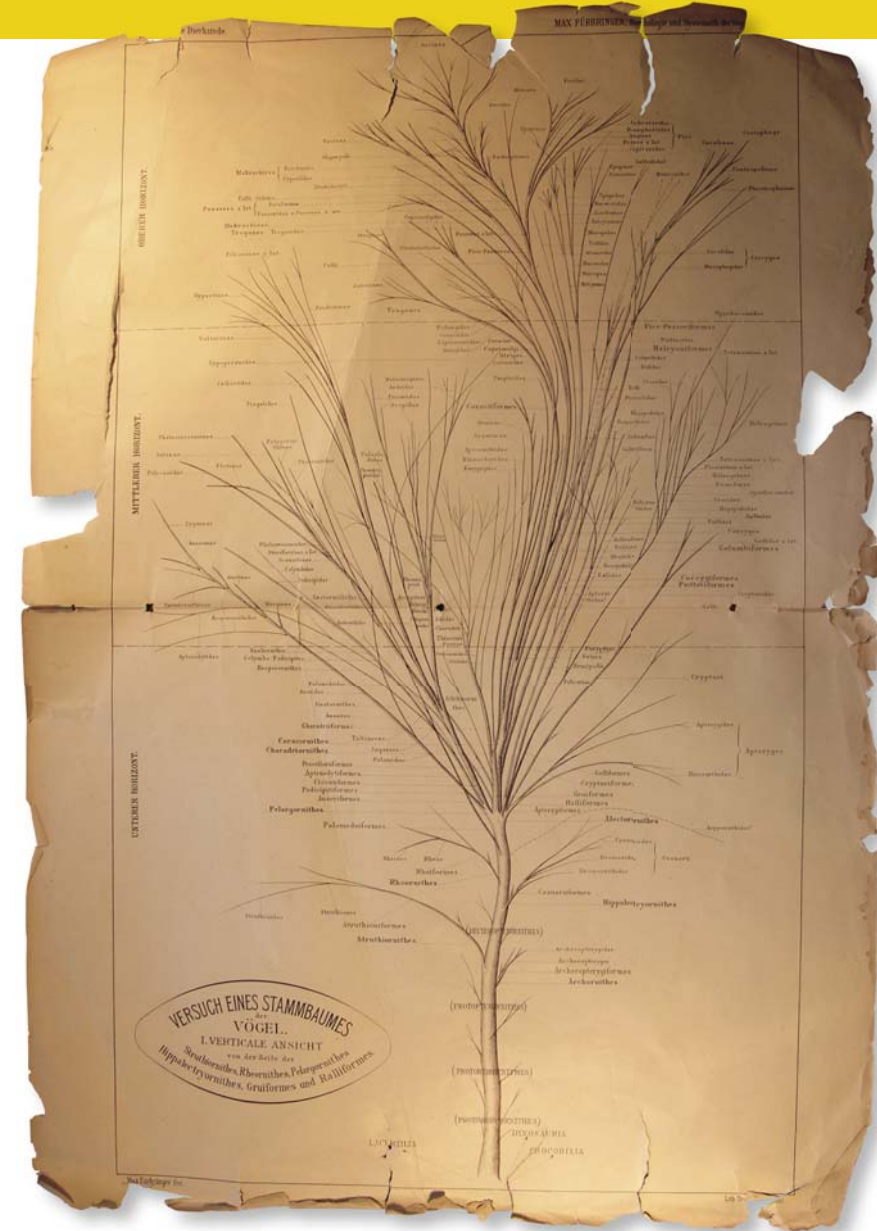
**Ключевые слова:** птицы, филогенетическое древо, история орнитологии, филогеномика.  
**Key words:** birds, phylogenetic tree, history of ornithology, phylogenomics

© Н. В. Зеленков, 2015

хорошим примером являются такие рыбы, как акулы, и касатки – водные млекопитающие.

В XIX в. считалось, что анатомия внутренних органов гораздо меньше или даже совсем не зависит от условий среды, и поэтому именно она годится для выявления родственных связей между организмами. С этой целью была исследована мускулатура, кости, кровеносная система и некоторые другие системы органов различных видов птиц. На основе сходства внутреннего строения и благодаря усилиям ряда ученых к концу этого столетия удалось построить вполне сносное филогенетическое древо птиц, которое более или менее исправно служило биологам и на протяжении большей части XX в. Самую заметную роль в создании базисных идей о взаимном родстве птиц сыграл немецкий анатом М. Фюрбрингер, издавший в 1888 г. поистине гигантский фолиант по сравнительной анатомии птиц, содержащий свыше 1700 страниц современного формата А3 (Fürbringer, 1888).

Нужно сказать, что древо, отражающее представления ученых конца XIX в. о родственных отношениях птиц, мало менялось в течение последующих десятилетий, а в некоторых странах (например, в России) орнитологи предпочитают придерживаться его и поныне. Откройте любой определитель птиц на русском языке, и вы убедитесь, что он начинается с поганок и гагар – птиц, хорошо приспособленных к водному образу жизни и поэтому похожих, но далеко не близкородственных. Хотя уже в 1970–1980-х гг. стало



Так выглядело одно из первых филогенетических деревьев птиц, предложенное немецким ученым М. Фюрбрингером на основе тщательного изучения их сравнительной анатомии.  
По: (Fürbringer, 1888)

ясно, что в традиционных представлениях о родстве между птицами имеются многочисленные ошибки, что внутренняя анатомия также подвержена параллельной эволюции, поэтому сходство между птицами может не отражать их происхождение от недавнего общего предка.

Одними из первых на недостатки традиционной классификации птиц обратили внимание, пожалуй, палеонтологи, изучавшие вымерших представителей. Анатомы, которые к этому времени начали исследовать внутреннее строение животных совершенно на другом уровне, также стали задаваться вопросами о родственных отношениях птиц между собой. Отдельные ученые предпринимали попытки улучшить птичье филогенетическое древо, однако эти усилия не имели особого успеха – во многом потому, что орнитологическое сообщество упорно не хотело пересматривать традиционные представления о родстве пернатых между собой.



Ситуация в корне переменялась в 1990 г., когда была опубликована эпохальная книга американских орнитологов Ч. Сибли и Д. Олквиста, посвященная молекулярной эволюции птиц (Sibley, Ahlquist, 1990), – первая в истории науки работа, охватившая молекулярную эволюцию крупной группы животных. Авторы книги построили совершенно новое филогенетическое древо птиц исключительно на основе сходства их ДНК, при этом от традиционной классификации птиц не осталось и следа. Например, на удивление всех орнитологов, ближайшими родичами певчих птиц выступили голуби, журавли и аисты, но вовсе не дятлы, как это считалось ранее. Зато дятлы и туканы вдруг оказались представителями одной из самых древних независимых линий, при том что они и внешне, и по внутреннему строению очень похожи на певчих птиц.

Новая классификация птиц Сибли и Олквиста была встречена очень резкой критикой – во многом из-за проблем с методологией. Время показало, что это филогенетическое древо действительно было во многом ошибочным, однако его значение для развития науки об эволюции птиц трудно переоценить. Именно эта работа заставила рядовых орнитологов допустить саму мысль о том, что традиционные представления о родственных отношениях между птицами могут быть в принципе неверными.

С середины 1990-х гг. отмечается всевозрастающий интерес к проблеме родственных отношений между птицами. По этой теме ежегодно публикуются десятки работ, благодаря чему у нас постепенно выстраивается все более ясная картина нового древа жизни птиц. Какие-то из традиционных воззрений подтверждаются, какие-то полностью отвергаются. При этом на первое место по значимости выходят данные анализа последовательности нуклеотидов в молекулах ядерной ДНК (не просто сходство, как у Сибли и Олквиста, а «продвинутое» сходство).

Исследования отдельных генов и редких геномных изменений позволили выявить много нового и порою неожиданного. Так, в 2001 г. было обнаружено, что ближайшими родственниками поганок являются вовсе не гагары, так на них похожие, а фламинго, с которыми у поганок, казалось бы, нет ничего общего! Поначалу сближение поганок и фламинго представлялось какой-то ошибкой молекулярных биологов, однако исследования все новых и новых генов подтверждали их близкое родство. Позже выяснилось, что у поганок и фламинго на пальцах ног имеются ногти, а у всех остальных птиц – когти, что добавило уверенности в правомерности сближения этих птиц. В конце концов удалось найти и давно вымершую группу птиц – промежуточную между фламинго и поганками. Ими оказались ископаемые фламинго *палелодиды*, которые в отличие от современных были очень хорошо приспособлены

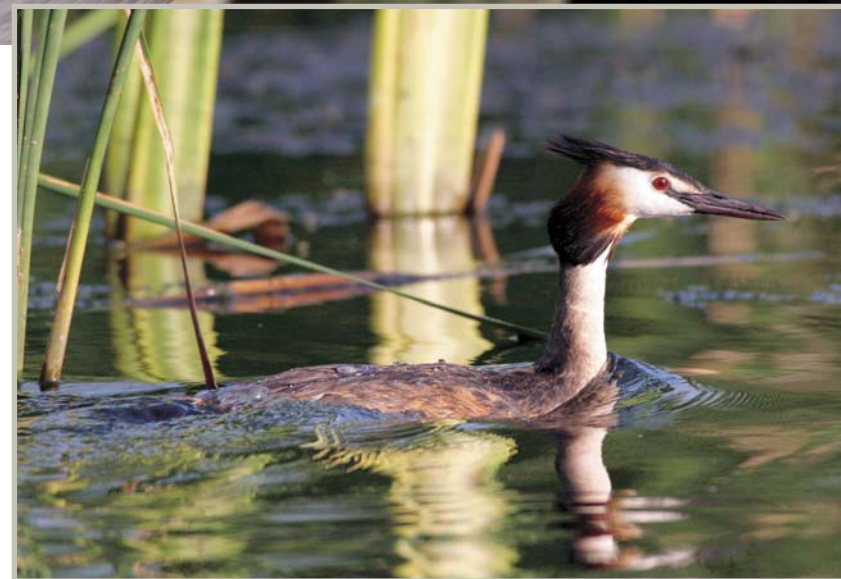
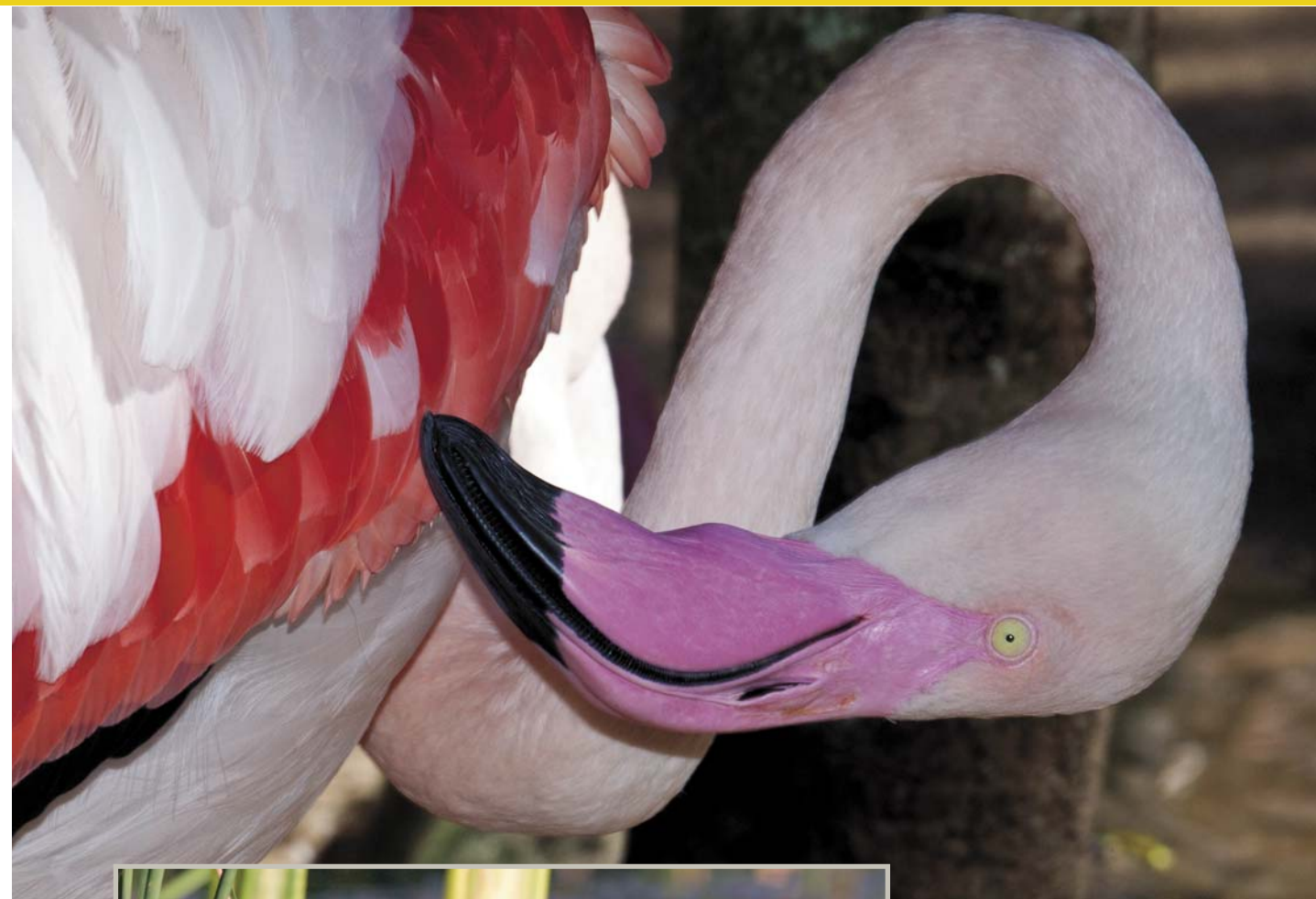
к плаванию и, возможно, даже к нырянию (хотя современные фламинго в принципе могут плавать, однако они мало адаптированы к такому занятию).

В результате тщательнейших исследований, проведенных множеством специалистов за последние 15 лет, представления о древе жизни птиц были полностью переработаны. Если бы мы сегодня создавали новый определитель птиц России, то должны были бы начинать его уже не с гагар и поганок, а с гусей, уток и фазанов, которые оказались близкими родственниками и самыми примитивными из наших птиц. Поганки и фламинго, о которых шла речь выше, могли бы идти следом. Ближайшими родственниками певчих птиц могут быть либо попугаи, либо соколы. А вот ястребы, которые раньше считались родственниками соколов, теперь помещаются совсем в другую эволюционную ветвь. Уже нет сомнений, что стрижи и колибри родственны козодоям, а цапли – не аистам, а веслоногим (например, пеликанам). Что дрофы – это отдельная линия птиц, не родственная журавлеобразным, как считалось ранее. Такую новую классификацию птиц, учитывающую современные достижения молекулярной биологии и палеонтологии, автор предложил в позапрошлом году (Зеленков, 2013).

Хотя мы сейчас, несомненно, знаем о родстве между различными группами птиц намного больше, чем раньше, неясного осталось еще предостаточно. Например, не до конца понятно, какое положение на филогенетическом древе птиц занимают голуби, совы, дрофы и др. В настоящее время считается, что ответить на ряд вопросов поможет исследование всего генома (до сих пор исследовались только отдельные гены либо относительно небольшие «порции» генома).

В связи с этим так важны результаты геномного исследования филогенетического дерева птиц, опубликованные в одном из недавних выпусков *Science* (Jarvis *et al.*, 2014). Авторы этой работы – очень большой коллектив ученых, исследовали полный геном у представителей всех отрядов птиц и на этом основании построили новое филогенетическое древо, которое можно назвать очередным существенным шагом вперед к пониманию родства между современными пернатыми. Нужно отметить, что полученное авторами филогенетическое древо предоставило очень мало сюрпризов: большинство обнаруженных ими ветвей так или иначе уже были выявлены в последние десятилетия (например, те же поганки и фламинго). Но есть и новые интересные результаты: например, ближайшими родственниками фламинго и поганок в нашей фауне могут оказаться голуби, а ближайшими родственниками дроф – кукушки.

Особенно важно то, что теперь мы знаем, что современные представления о родстве между птицами базируются на основе сходства не только между отдельными



Согласно генетическим исследованиям, эта чомга (или большая поганка) и розовый фламинго являются близкими родственниками. Птиц объединяет и наличие на лапах ногтей, а не когтей, как у всех птиц. Фото А. Юрлова и В. Глупова (ИСиЭЖ СО РАН, Новосибирск)

#### Литература

Зеленков Н. В. Система птиц (Aves: Neornithes) в начале XXI века // Тр. Зоологического ин-та РАН. 2013. Прил. № 2. С. 174–190.

Jarvis E. D. *et al.* Whole-genome analyses resolve early branches in the tree of life of modern birds. // *Science*. 2014. V. 346. N. 6215. P. 1320–1331.

Sibley C. G., Ahlquist J. E. *Phylogeny and classification of birds: a study in molecular evolution*. Yale University Press, New Heaven, London, 1990. 976 p.

генами и их комбинациями, но и всего генома. Дальнейшее развитие этого направления видится в изучении все большего числа геномов от птиц разных видов, ведь именно от этого во многом будет зависеть форма ветвления полученного филогенетического древа. Можно утверждать, что несмотря на долгий прогресс в науке об эволюции птиц, мы все еще стоим на пороге больших открытий.



# «Эликсир молодости» из крови?

«Вопросы крови – самые сложные вопросы в мире!»  
М. А. Булгаков. «Мастер и Маргарита»



**АНИСИМОВ Владимир Николаевич** – член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, руководитель отдела канцерогенеза и онкогеронтологии НИИ онкологии им. Н. Н. Петрова Минздрава России, главный научный сотрудник Института цитологии РАН (Санкт-Петербург). Президент Геронтологического общества при РАН. Лауреат премий РАМН (2001) и Европейского отделения Международной ассоциации геронтологии и гериатрии (2011). Автор и соавтор более 500 научных публикаций, в том числе 20 монографий

**Ключевые слова:** старение, омоложение, парабиоз, мыши.  
**Key words:** ageing, rejuvenation, parabiosis, mice

© В. Н. Анисимов, 2015

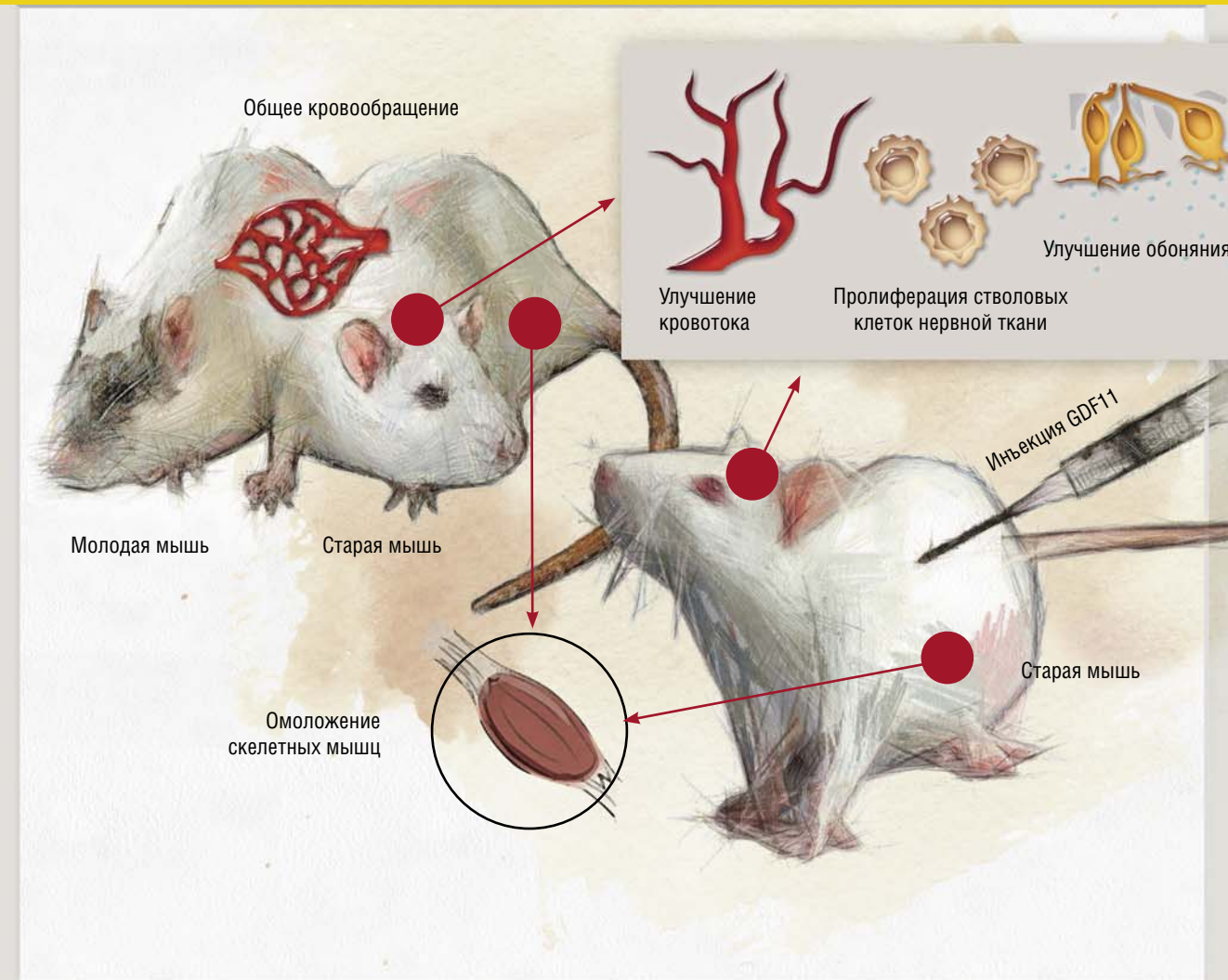
Проблема вмешательства в естественный процесс старения в последние годы привлекает все большее внимание как «ненаучной», так и научной общественности. Мечты о вечной молодости и индивидуальном бессмертии не оставляют не только обывателей, от последователей Христа и Магомета до атеистов, но и серьезных ученых, претворяясь в гипотезы о возможности преодоления видового предела жизни и даже отмены старения. Неслучайно серию работ в этом направлении, опубликованных в 2014 г., журнал *Science* включил в десятку наиболее значимых работ года

Человечество стремительно стареет: по данным ООН, темпы возрастания доли пожилых (старше 60 лет) людей в несколько раз превышает темп увеличения общей численности населения Земли, и к середине века их доля сравняется с долей детей и подростков. Глобальное старение населения – это настоящий вызов человечеству, судьба которого во многом будет зависеть от того, как ответит на этот вызов научное сообщество. Поиск средств и методов предупреждения преждевременного старения и связанных с возрастом заболеваний – одно из приоритетных направлений современной геронтологии.

В 2014 г. группа биологов, возглавляемая доктором Э. Вэйджерс из Гарвардского университета (США), опубликовала результаты своих исследований возможности омоложения стареющего организма с помощью «молодой» крови. В качестве экспериментальной модели авторы использовали метод *парабиоза* (искусственного соединения двух-трех животных через кровеносную систему или путем сращивания тканей). Они «сшили» между собой пары лабораторных мышей одного генотипа, но разного возраста, установив у них общую систему кровообращения. Результатом такого вмешательства стало выраженное «омоложение» мышечной и нервной ткани старых мышей. «Винновник» этих эффектов был найден: им оказался белок, выделенный из крови молодых мышей и названный *GDF11* (фактор роста и дифференцировки 11) (Mayak *et al.*, 2010; Katsimpardi *et al.*, 2014; Sinha *et al.*, 2014; Hall, 2014; Kaiser, 2014).

Кстати сказать, при объединении кровеносных систем было обнаружено, что у «пожилых» мышей также изменилось поведение стволовых клеток – предшественников клеточных элементов крови, которые стали вести себя как «молодые»: их число уменьшилось, и они стали более пропорционально *дифференцироваться* (превращаться) в разные специализированные клеточные типы. Возможно, что эти изменения были спровоцированы другим инсулиноподобным фактором роста (*IGF-1*) из «молодой крови», ключевая роль которого в процессах старения сегодня никем не оспаривается (Anisimov, Bartke, 2013).

Обсуждая значимость полученных результатов, необходимо упомянуть, что сама идея омоложения с помощью пересадки органа или ткани, взятых из олодого организма, имеет давнюю и довольно драматическую историю. Еще в 1912 г. австрийский хирург Э. Штейнах пересаживал старым крысам половые железы от молодых особей, в результате чего у животных наряду с внешними



Создание хирургическим путем общего кровообращения между лабораторными мышами разного возраста, а также инъекции пожилым особям белка *GDF11*, полученного из крови молодых, приводили к одному и тому результату: у «пожилых» мышей уменьшались признаки старения мышечной, нервной и кровеносной системы.  
**По:** (Kaiser, 2014)

признаками омоложения восстанавливалась и способность к размножению. Сенсационные результаты Штейнаха породили многочисленные попытки использовать этот метод для омоложения пожилых людей, однако зачастую полученный эффект был либо сомнительным, либо выражался в ускорении одряхления.

Независимо от Штейнаха идею об омоложении путем пересадки половых желез развивал французский врач русского происхождения С. А. Воронов, послуживший прообразом знаменитого профессора Преображенского в романе М. А. Булгакова «Собачье сердце». В 1920 г. он опубликовал результаты 120 опытов по пересадке половых желез, проведенных на кастрированных и старых козлах и баранах, которым с целью возвращения мужской силы либо омоложения пересаживались яички от молодых

животных. Экстраполируя результаты этих опытов на человека, Воронов рисовал заманчивые картины омоложения людей, обрушиваясь с критикой на законы, которые не позволяли ему использовать органы людей, погибших от несчастных случаев. Он полагал, что в недалеком будущем врачи получат право на трансплантацию органов, пока же, по его мнению, можно было пересаживать железы от человекообразных обезьян. Что он и проделал впервые все в том же 1920 г.

Эстафету создания «эликсира молодости» подхватил российский врач, философ и революционер А. А. Богданов, в 1926 г. организовавший в СССР первый в мире Научный институт по переливанию крови. Богданов полагал, что старение – это продукт случайных нарушений деятельности отдельных органов, при этом самым слабым звеном он считал кровеносную систему, связывающую все системы организма между собой. В начале XX в. была популярна теория, что бессмертие одноклеточных организмов обусловлено их *конъюгацией*, т. е. непосредственным контактом (взаимодействием) двух клеток (сейчас мы назвали бы этот процесс обменом генами). Считалось, что подвижные элементы крови также могут конъюгировать между собой, поэтому конъюгация клеток крови разных людей





Молодой Серж Воронов с ассистентом на операции  
По: Foto Studio Mariani

теоретически могла привести к продлению их жизни. Для этой цели Богданов предложил производить обмен кровью между людьми, однако погиб, проводя эксперимент на себе.

Его ученик, известный советский геронтолог А. А. Богомолец считал, что ключевая роль в старении принадлежит не только крови, но и всей соединительной ткани в целом. Он предлагал вводить в организм антитела к соединительной ткани и таким образом вызывать соответствующий иммунный ответ. Хотя часть соединительнотканых клеток при этом погибнет, их гибель, как предполагалось, должна активировать другие клетки этой ткани. По сути, этот механизм аналогичен появившейся позднее клеточной терапии, при которой действие трансплантированных клеток опосредовано выделяемыми ими биологически активными молекулами (факторами роста, цитокинами и др.). Однако эффективность метода Богомольца (как, впрочем, и самой клеточной терапии) для продления жизни совершенно не очевидна.

Интерес к экспериментам по пересадке органов разновозрастных животных, забытым на десятилетия, начал пробуждаться лишь в конце прошлого века. Здесь нужно

отметить опыты по пересадке эпифиза (шишковидной железы) от молодых животных к старым и наоборот. В результате этого эксперимента удалось значительно увеличить продолжительность жизни у старых особей и укоротить у молодых (Lesnikov, Pierpaoli, 1994).

Неожиданным напоминанием о давних экспериментах Штейнаха стали и работы американских исследователей под руководством Дж. Кари, трансплантировавшим разновозрастным самкам лабораторных мышей с удаленными яичниками половые железы от двухмесячных неполовозрелых особей (Cargill *et al.*, 2003). Оказалось, что пересадка яичников 11-месячным «старухам» не только увеличивала продолжительность их жизни в полтора раза по сравнению с контрольными кастрированными мышами, но и возвращала им «репродуктивную» молодость. Хотя в этом возрасте мыши обычно уже не способны к размножению, пересаженные яичники сохраняли циклическую эстральную активность, хотя и неполноценную, в течение почти полугода.

В следующем опыте исследователи показали, что трансплантация яичников некастрированным старым самкам также увеличивала среднюю продолжительность их жизни (Mason *et al.*, 2009). Авторы предположили, что молодые яичники оказывают защитное действие на организм, особенно при пересадке старым самкам. Однако если у последних собственные яичники к этому времени уже утрачивали способность к овуляции, то и трансплантированные яичники ее теряли. Тогда как из давних опытов на лабораторных крысах известно, что в яичниках старых крыс, пересаженных молодым некастрированным самкам, сохраняется нормальный эстральный цикл (Aschheim, 1976).

Что же касается омолаживающего эффекта молодой крови, то и здесь далеко не все однозначно. Так, еще в 1980-е гг. ученые из киевского Института геронтологии и экспериментальной патологии АМН СССР, используя ту же методику парабиоза, обнаружили, что иммунная система молодой особи под влиянием старшего партнера старела быстрее. Однако иммунная система «стариков» при этом не омолаживалась (Sidorenko *et al.*, 1986).

Спустя два десятилетия ученые из Стэнфордского университета (США) с использованием модели парабиоза обнаружили в крови старых мышей особые вещества, вызывающие старческие изменения в мозге молодых животных. Было выдвинуто предположение, что эти вещества, уровень которых увеличивается с возрастом, способны подавлять образование специальных нейронов, играющих важную роль в формировании памяти и поддержании способности к обучению (Villeda *et al.*, 2011). Более того, молодые мыши, которым вводили лишь плазму (бесклеточную фракцию) крови старых мышей, также показывали худшие результаты в пространственно-навигационных тестах (например, дольше искали возвышенности в наполненной водой камере) по сравнению с мышами, получившими инъекции плазмы молодых животных.

Проанализировав несколько десятков белков иммунной системы, циркулирующих в крови мышей, ученые обнаружили, что уровень шести из них был повышен как у старых мышей, так и у молодых, «спаренных» со старыми. Наиболее значимым оказалось повышение уровня хемокина *CCL11* (эотаксина) – небольшого белка, привлекающего в месте своей секреции эозинофилы, относящиеся к иммунным клеткам крови. Выяснилось, что у человека содержание этого белка в крови и спинномозговой жидкости повышается с возрастом. Эта работа американских исследователей полностью подтвердила более ранние наблюдения их российских коллег из московского НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи РАМН, которые впервые показали накопление в сыворотке крови и мозге мышей и человека фактора, ускоряющего старение нервной системы и организма в целом (Зуев и др., 2005).

Под конец хотелось бы упомянуть еще об одной работе ученых из Стэнфордского университета, которые еще

в 2005 г. трансплантировали молодым мышам стволовые клетки костного мозга от молодых и старых особей (Rossi *et al.*, 2005). Оказалось, что приживаемость миелоидных клеток-предшественников, из которых развиваются эритроциты, тромбоциты и различные виды лейкоцитов (кроме лимфоцитов), не зависела от возраста донора, однако лимфоидные клетки – предшественники лимфоцитов, приживались хуже в случае, если были взяты от старых доноров. Дальнейшие исследования показали, что в стволовых клетках старых и молодых животных по-разному экспрессируется (активируется) ряд генов, причём наибольшие различия характерны для генов, регулирующих клеточный цикл, передачу сигналов и специализацию клеточных субтипов лимфоидного ряда.

Особо следует отметить, что при этом в стволовых клетках старых мышей чаще, чем у молодых, экспрессировались гены, отвечающие за развитие лейкоза. Эти данные полностью согласуются с давними наблюдениями о большой частоте развития лейкозов у мышей, которым в молодом возрасте трансплантировали клетки тимуса, костного мозга и селезенки от старых мышей, тогда как трансплантация подобных клеток от молодых доноров к таким последствиям не приводила (Ebbesen, 1971). Эти результаты, возможно, уже сейчас стоит учитывать при переливании донорской крови людям разного возраста.

Так что же происходит на самом деле: «молодая» ли кровь омолаживает старый организм, или «старая» кровь ускоряет старение у молодых? Какая чаша весов перевешивает? Не будем торопиться с выводами. Как говорил Воланд – еще один знаменитый персонаж Булгакова, «ваша теория и солидна, и остроумна. Впрочем, все теории стоят одна другой».

#### Литература

- Зуев В. А., Игнатова Н. Г., Автандилов Г. Г. Накопление фактора старения в организме млекопитающих, включая человека // *Успехи геронтол.* 2005. Т. 17. С. 108–116.
- Cargill S. L., Carey J. R., Muller H.-G., Anderson G. Age of ovary determines remaining life expectancy in old ovariectomized mice // *Aging Cell.* 2003. V. 2. P. 185–190.
- Ebbesen P. Reticulosarcoma and amyloid development in BALB/c mice inoculated with syngeneic cells from young and old donors // *J. Natl. Cancer. Inst.* 1971. V. 47. P. 1241–1245.
- Kaiser J. 'Rejuvenation factor' in blood turns back the clock in old mice // *Science.* 2014. V. 344. P. 570–571.
- Mayack S. R., Shadrach J. L., Kim F. S., Wagers A. J. Systemic signals regulate ageing and rejuvenation of blood stem cell niches // *Nature.* 2010. V. 463. P. 495–500.
- Sidorenko A. V., Gubrii I. B., Andrianova L. F., et al. Functional rearrangement of lymphohemopoietic system in heterochronically parabiosed mice // *Mech. Ageing Dev.* 1986. V. 36. P. 41–56.



# Клеточная терапия сахарного диабета: НОВЫЙ прорыв — НОВЫЕ надежды

Сахарный диабет – самое распространенное эндокринное заболевание в мире: по данным Международной федерации диабета сегодня им страдает более 300 млн человек. Болезнь не обошла и семью Дугласа Мелтона, руководителя одной из исследовательских групп, занимающихся разработкой клеточной терапии диабета. Их работы вошли в список наиболее выдающихся научных достижений 2014 г. по версии журнала *Science*

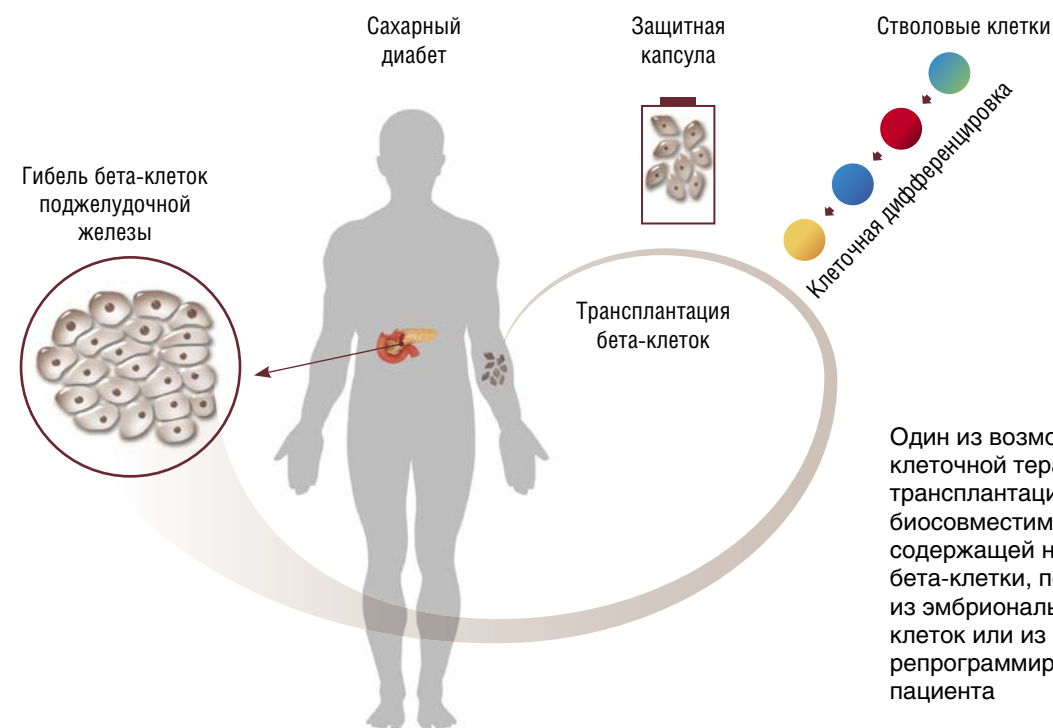
Сахарный диабет – болезнь, характеризующаяся стойким увеличением в крови концентрации глюкозы, – сегодня входит в тройку самых распространенных видов заболеваний. При диабете 2-го типа бета-клетки островков Лангерганса в поджелудочной железе

вырабатывают пептидный гормон инсулин, который регулирует уровень глюкозы в крови, но ткани организма теряют чувствительность к нему. Этот наиболее распространенный (до 80–90% случаев) тип сахарного диабета, который называют еще инсулинонезависимым, развивается преимущественно в пожилом возрасте и характеризуется относительно легким течением.

При диабете 1-го типа наблюдается аутоиммунное поражение бета-клеток поджелудочной железы, вырабатывающих гормон инсулин. Такой тип диабета приводит к полной пожизненной зависимости от инъекций инсулина – на данный момент это практически единственный способ терапии этого тяжелого заболевания. Больной должен постоянно следить за уровнем глюкозы в крови и в зависимости от «скачков» уровня

глюкозы самостоятельно корректировать дозы инсулина. При этом в любом случае у больного развиваются осложнения: дисфункция почек и сердечно-сосудистой системы, поражение глаз (диабетическая ретинопатия), некротическое поражение тканей. Результатом является существенное снижение качества жизни больных, а зачастую инвалидность и ранняя смерть.

Говоря об альтернативной возможности терапии сахарного диабета, надо упомянуть о существовании достаточно успешной практики пересадки донорских бета-клеток. Их получают из тканей эмбрионального происхождения или берут у доноров посмертно. После такой трансплантации больной на несколько лет становится независимым от инъекций инсулина. Проблемы такого вида терапии связаны с качеством и количеством донорского материала, не говоря уже о тканевой несовместимости реципиента и донора. Ведь после пересадки больные вынуждены принимать препараты, подавляющие



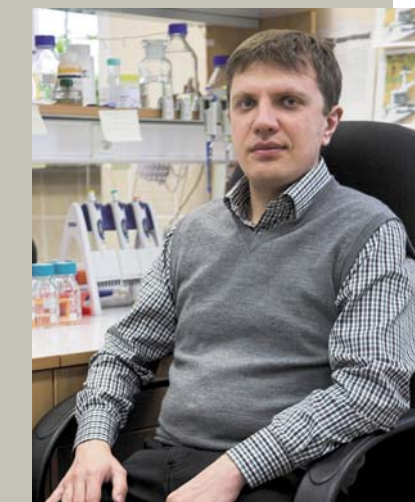
Один из возможных вариантов клеточной терапии диабета – трансплантация больному биосовместимой капсулы, содержащей незрелые бета-клетки, полученные из эмбриональных стволовых клеток или из собственных репрограммированных клеток пациента

**Ключевые слова:** сахарный диабет, клеточная терапия, плюрипотентные стволовые клетки, направленная дифференцировка клеток.  
**Key words:** diabetes, cell therapy, pluripotent stem cells, directed cell differentiation

© С. М. Закиян, С. П. Медведев, 2015

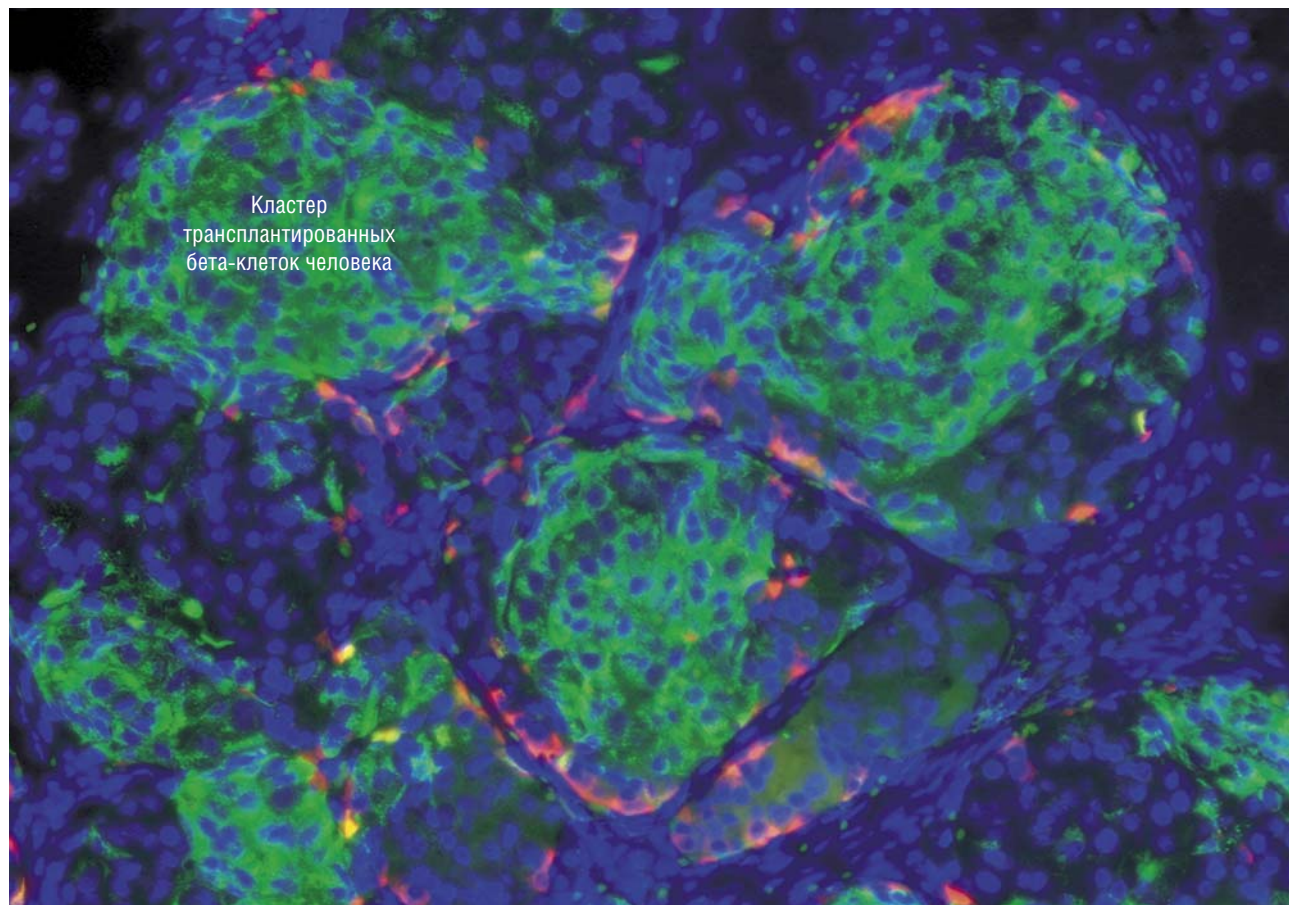


**ЗАКИЯН Сурен Минасович** – доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией эпигенетики развития Института цитологии и генетики СО РАН, заведующий лабораторией молекулярной и клеточной медицины Новосибирского научно-исследовательского института патологии кровообращения им. академика Е. Н. Мешалкина, заведующий лабораторией стволовой клетки Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН. Автор и соавтор 215 научных работ, 5 патентов и 3 монографий



**МЕДВЕДЕВ Сергей Петрович** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института цитологии и генетики СО РАН и Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск), ведущий научный сотрудник Новосибирского научно-исследовательского института патологии кровообращения им. академика Е. Н. Мешалкина. Автор и соавтор 14 научных работ





активность иммунной системы, к тому же через какое-то время все равно происходит отторжение трансплантата. Еще одно препятствие – проблемы этического характера, связанные с использованием тканей эмбрионов.

Выход из ситуации в принципе есть: бета-клетки поджелудочной железы можно получать *in vitro* (в лабораторных условиях) из клеточных культур. Их источником могут быть плюрипотентные стволовые клетки человека, т. е. «первичные» недифференцированные клетки, из которых происходят все клетки наших органов и тканей. Для получения бета-клеток можно использовать как стволовые клетки эмбрионов, так и индуцированные плюрипотентные стволовые клетки, которые получают из обычных соматических клеток взрослого человека путем их «перепрограммирования».

Технологии получения индуцированных плюрипотентных стволовых клеток известны и достаточно хорошо разработаны. Но вот получить из них зрелые бета-клетки гораздо сложнее, так как для этого необходимо буквально в чашке Петри воспроизвести сложнейшие процессы, происходящие во время эмбрионального развития человека, используя сигнальные молекулы и химические соединения, направляющие развитие клеток в нужную сторону.

В список выдающихся научных исследований прошлого года, опубликованный журналом *Science*, как раз и вошли работы двух исследовательских

Эта фотография сделана спустя две недели после имплантации в почечную капсулу (волоконный слой соединительной ткани вокруг почки) лабораторной мыши, «больной диабетом», бета-клеток, полученных «в пробирке» из эмбриональных стволовых клеток человека. Видно, что трансплантированные клетки сформировали кластеры и начали производить гормон инсулин. Инсулин и глюкагон (гормон альфа-клеток островков Лангерганса поджелудочной железы) окрашены антителами в зеленый и красный цвет, соответственно; ДНК клеточных ядер – флуоресцентным красителем DAPI в синий. Флуоресцентная микроскопия. Фото предоставлено Д. Мелтоном (США)

групп: из Гарвардского института стволовых клеток (США) и Медицинской школы Массачусетского университета в Вустере (США) под руководством Д. Мелтона и из Университета провинции Британская Колумбия (Канада) и компании *BetaLogics* (США) под руководством Т. Кифера, посвященные технологиям получения *in vitro* бета-клеток поджелудочной железы (Pagliuca *et al.*, 2014; Rezania *et al.*, 2014). Взяв в качестве исходного материала стволовые клетки человеческого эмбриона, в итоге ученые получили клетки, проявляющие все основные качества бета-клеток. То есть в них «работали» определенные гены и присутствовали специфические белки, так что эти клетки были способны продуцировать инсулин в ответ на присутствие глюкозы. Пересаженные лабораторным мышам из чистой линии, служащей экспериментальной моделью сахарного диабета, эти клетки нормально функционировали и компенсировали первоначальное отсутствие инсулина!

Огромное преимущество этого метода в том, что с его помощью можно получать функционирующие бета-клетки в довольно большом количестве. В финале процесса из одного флакона для культивирования объемом 0,5 л можно получить до 300 млн клеток – этого числа вполне достаточно, чтобы компенсировать недостающий инсулин у одного человека весом около 70 кг. Или для проведения скрининга среди 30 тыс. отдельных химических соединений – потенциальных лекарственных веществ, если использовать клетки не по «прямому назначению», а для фармакологических исследований.

Безусловно, описанные технологии нуждаются в совершенствовании. В частности, необходима разработка детальных протоколов получения бета-клеток из индуцированных плюрипотентных стволовых клеток. Это позволит не только в любой период жизни пациента и практически из любых клеток его собственного организма при необходимости получить необходимое количество бета-клеток, но и разрешит проблему иммунологической несовместимости донора и реципиента.

Однако остается другая проблема: поскольку диабет 1-го типа – это аутоиммунное заболевание, то новые бета-клетки будут опять атакованы иммунной системой, как когда-то свои «родные» клетки пациента. Поэтому пересаженные клетки надо научиться защищать! Только в этом случае подобное лечение может стать доступным и широко применимым, ведь использование иммунодепрессантов оправдано только в самых тяжелых случаях.

Сейчас разрабатываются разные варианты подобной защиты. Например, можно покрыть клетки специальным гидрогелем, однако в этом случае их будет гораздо труднее удалить из организма при необходимости. К тому же пока не существует способа воспрепятствовать их инкапсуляции (заклучению в соединительнотканную оболочку) подобно другим чужеродным телам в организме, что перекроет пересаженным клеткам приток питательных веществ. Сейчас идет поиск химических веществ, пригодных для изготовления гидрогеля, который не будет вызывать такого эффекта.

Другое решение предложили конкуренты команды Мелтона – американская компания *ViaCyte*. Суть его в том, чтобы поместить пул незрелых бета-клеток внутрь тела в биологически совместимой оболочке: предполагается, что предшественники бета-клеток будут там постепенно созревать и успешно функционировать. Такое устройство уже создано; более того, в компании уже запустили первый этап клинических испытаний. Но хотя результаты аналогичных исследований на животных выглядят многообещающе, есть опасения относительно эффективности этого способа.

В любом случае, уже сейчас имеющиеся технологии внушают надежду, что проблема лечения сахарного диабета будет в скором времени решена. Использование бета-клеток, произведенных из стволовых клеток пациентов, даже при условии постоянного приема иммунодепрессантов может стать огромным облегчением для больных тяжелыми формами диабета, которые постоянно сталкиваются с опасными для жизни изменениями уровня сахара в крови.

#### Литература

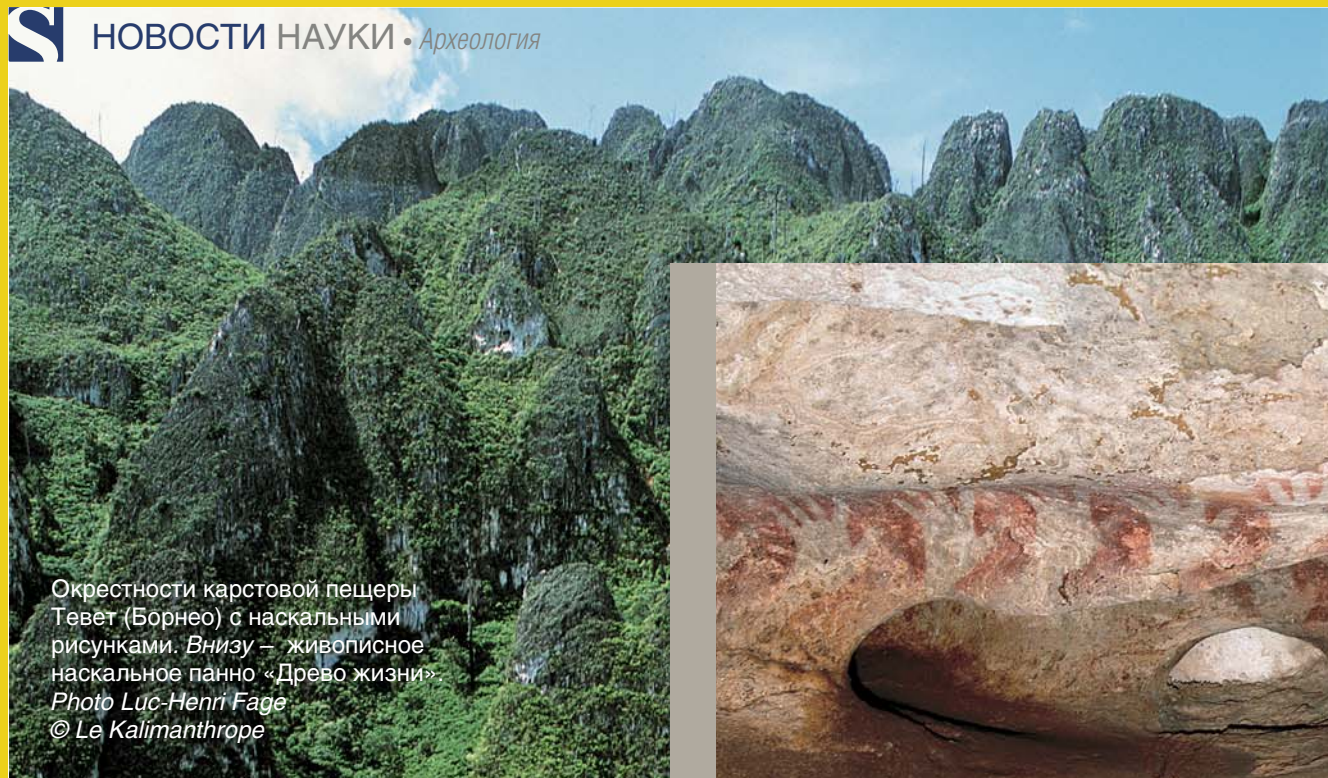
Pagliuca F. W., Melton D. A. *How to make a functional  $\beta$ -cell.* // *Development*. 2013. V. 140. N. 12. P. 2472–83. DOI: 10.1242/dev.093187.

Pagliuca F. W., Millman J. R., Gürtler M., *et al.* *Generation of functional human pancreatic  $\beta$  cells in vitro.* // *Cell*. 2014. V. 159. N. 2. P. 428–39. DOI: 10.1016/j.cell.2014.09.040.

Rezania A., Bruin J. E., Arora P., *et al.* *Reversal of diabetes with insulin-producing cells derived in vitro from human pluripotent stem cells.* // *Nat. Biotechnol.* 2014. V. 32. N. 11. P. 1121–33. DOI: 10.1038/nbt.3033.

Ledford H. *Stem-cell success poses immunity challenge for diabetes.* // *Nature*. 2014. V. 514. N. 7522. P. 281. DOI: 10.1038/514281a.



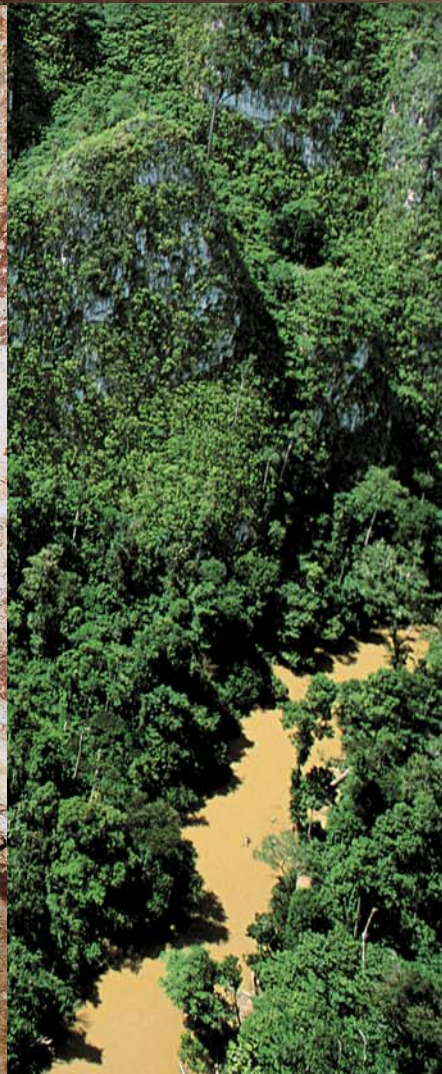


Окрестности карстовой пещеры Тевет (Борнео) с наскальными рисунками. Внизу – живописное наскальное панно «Древо жизни»  
Photo Luc-Henri Fage  
© Le Kalimanthrope

# Наскальная живопись Сулавеси: 40 тысяч лет спустя



«Трафаретные» отпечатки рук на потолке пещеры Хам (Борнео).  
Photo Luc-Henri Fage © Le Kalimanthrope



В число выдающихся достижений 2014 г. по версии журнала *Science* вошли результаты работ по датировке наскальных рисунков, обнаруженных в карстовых пещерах на индонезийском Сулавеси, 11-ом по величине острове мира. Их возраст в 40 тыс. лет ошеломил не только массового читателя, но и специалистов

Выступление французского археолога Ж.-М. Шозэна в 2005 г. в Москве на международной конференции «Мир наскального искусства», в котором он представил результаты исследования наскальной живописи на островах Индонезии, произвело на нас, его коллег, неизгладимое впечатление. Ведь речь шла о настоящем открытии!

Многочисленные красочные изображения вызвали прямые ассоциации с пещерной палеолитической живописью Западной Европы. Только в одной небольшой пещере Тевет на о. Борнео было зафиксировано 145 изображений человеческих рук – так называемых «отпечатков» или «трафаретов», которые получаются путем закрашивания скалы поверх приложенных к стенам кистей рук с раздвинутыми пальцами. Как показали экспериментальные исследования в Европе, такие «классические» изображения рук можно получить, распыляя краситель изо рта через трубочку.

Существенные отличия прекрасно сохранившихся росписей Сулавеси и Борнео от классических франко-кантабрийских росписей состояли в том, что на отпечатки «рук» наносилось множество дополнительных изображений, которые ассоциировались либо с татуировками, либо с раскраской, а также, возможно, с рисунком вен. Археологам, изучающим первобытное искусство, хорошо знакома подобная «прозрачность» и манера воспроизведения внутренних органов животных, таких как сердце и пищевод, но многообразие дополнительных деталей на кистях рук просто поражало!

Поражало и само количество открытых петроглифов: счет шел уже на тысячи рисунков рук; кроме того, имелись и изображения животных – представителей фауны юго-восточной Азии. В частности, была обнаружена «профильная» фигура свиньи бабируссы, обитающей только на Сулавеси и близлежащих островах. В докладе было высказано предположение



ЧЕРМИСИН Дмитрий Владимирович – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник отдела палеометалла Института археологии и этнографии СО РАН (Новосибирск). Автор и соавтор свыше 200 научных работ

*Ключевые слова:* наскальные изображения, отпечатки-трафареты, прямое датирование, Сулавеси, Борнео.

*Key words:* rock art, negative hands prints, direct dating, Sulawesi, Borneo



Всего на Сулавеси было датировано 19 образцов, собранных с 12-ти отпечатков ладоней и двух изображений животных из семи пещер около г. Марос (Южный Сулавеси). Среди древнейших изображений – отпечаток ладони, расположенный на высоте четырех метров, возрастом 39 900 лет; рисунок бабируссы (35 400 лет) и еще одного неизвестного зверя (предположительно, свиньи) – 35 700 лет

о верхнепалеолитическом возрасте росписей, а также затронуты вопросы тематического единства и сходства эстетических предпочтений создателей пещерной живописи в Европе и Азии.

И вот, десять лет спустя, в октябрьском номере журнала *Nature* за 2014 г. были опубликованы результаты датирования пещерных росписей Сулавеси, которые были получены путем анализа кальцитовых натечков, перекрывающих красочные изображения. Эти натечки представляют собой коралловидные образования, мини-сталактиты или мелкие нерегулярные сталактиты шаровидной формы, которые еще называют «пещерный попкорн». В результате были получены датировки от 17 400 до 39 900 лет. Таким образом, если методы прямого (естественно-научного) датирования не содержат ошибки или большой погрешности, то пещерные росписи Сулавеси, действительно, являются древнейшими из всех известных современной науке наряду с изображениями на стенах испанской пещеры Эль Кастильо.

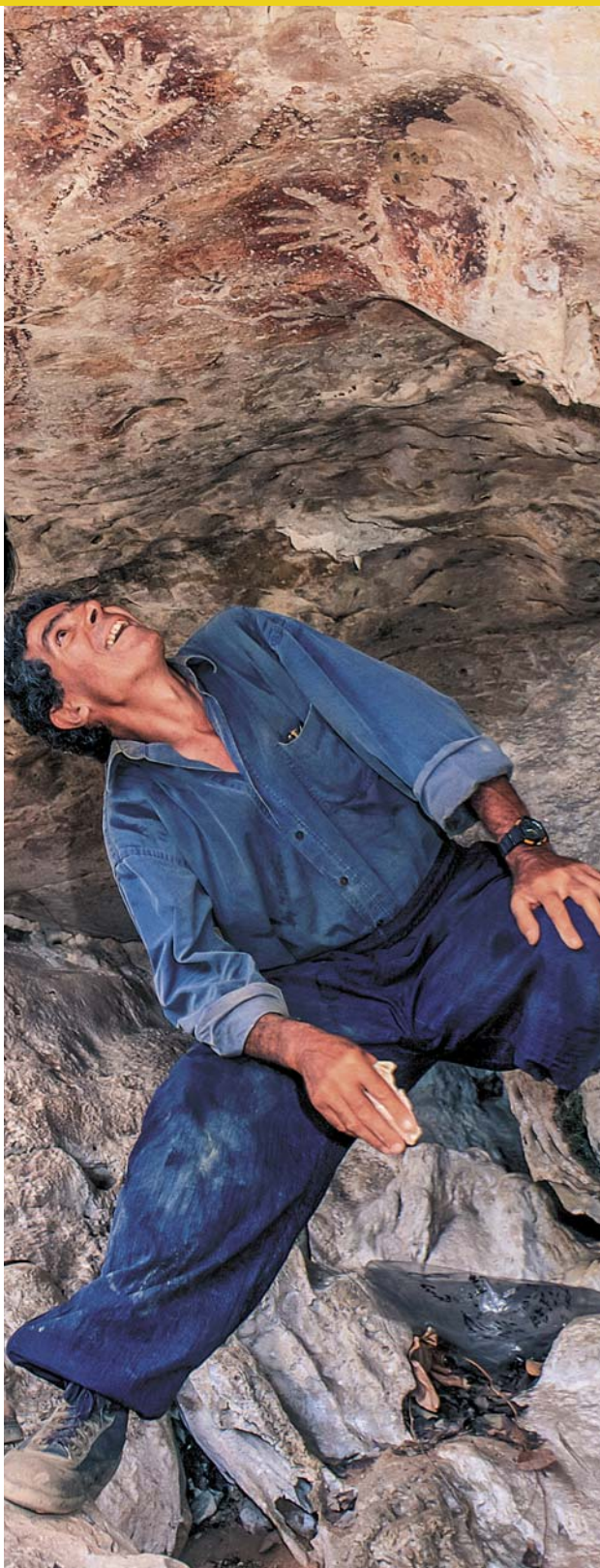
Нужно отметить, что методы датирования древнейших красителей и рельефных изображений постоянно совершенствуются, к тому же еще в конце XX в. археологи начали декларировать наступление «постсталистической эры» в изучении возраста памятников искусства каменного века и призвали в большей степени доверять естественно-научным методам определения возраста, чем изменчивости стиля изображений.

Стоит также вспомнить, что всего в четырехстах километрах к югу от Сулавеси, на о. Флорес недавно было сделано не менее сенсационное открытие останков «хоббитов» – низкорослых людей. Таким образом, и антропологические материалы Флореса, и пещерная живопись Сулавеси являются свидетельством ранних миграций древнейшего человечества, а пещерные росписи – еще и нетленными памятниками его духовной культуры.

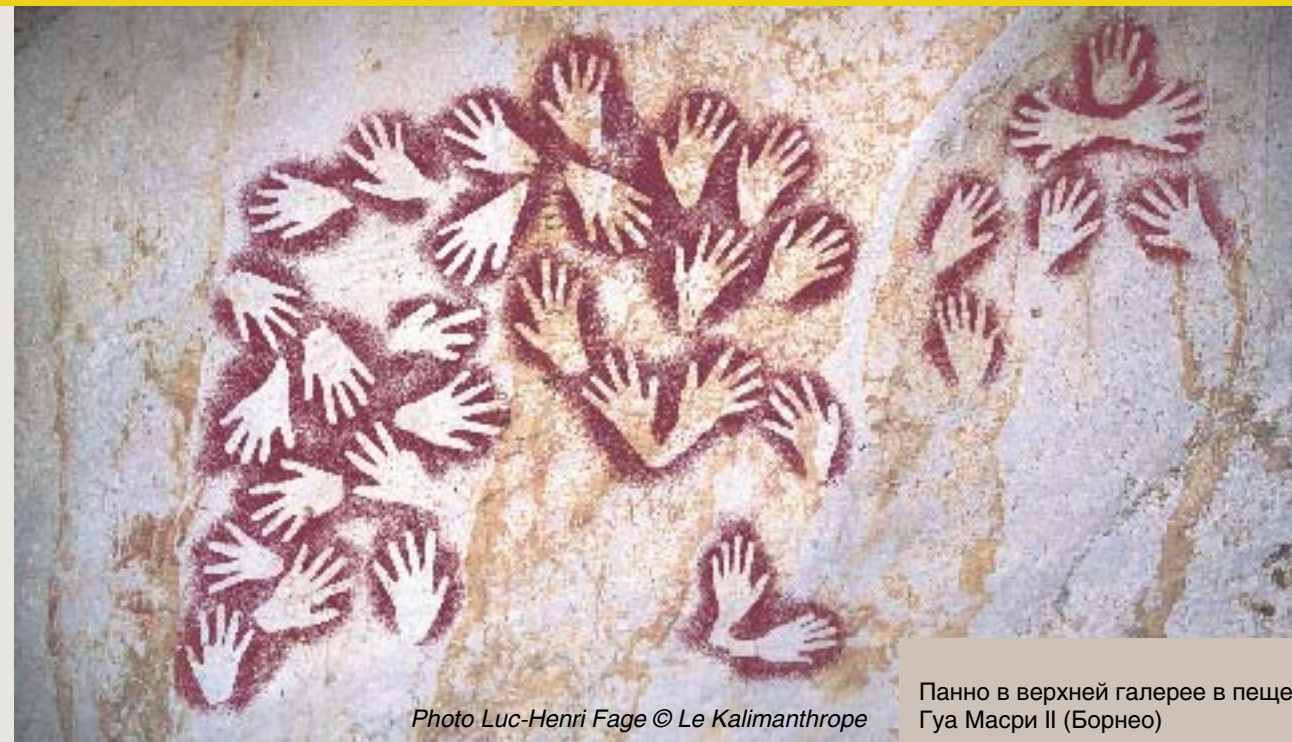
#### Литература

M. Aubert et al. *Pleistocene cave art from Sulawesi, Indonesia* // *Nature*. 2014. V. 514. P. 223–227.

J.-M. Chazine, A. Noury. *Deciphering of Rock Art hands stencils with ©kalimain program using Manning's ratio* // *14th International Congress „Cultural Heritage and New Technologies“*. Vienna, 2009. P. 197–210.



Исследователь индонезийской наскальной живописи, известный французский этноархеолог Ж.-М. Шозэн в пещере Гуа Тевет (Борнео). 1999 г. Photo Luc-Henri Fage © Le Kalimanthrope



Панно в верхней галерее в пещере Гуа Масри II (Борнео)

Photo Luc-Henri Fage © Le Kalimanthrope

#### ДРЕВНЕЙШИЕ В АЗИИ

Сенсационность открытия столь древних наскальных рисунков на о. Сулавеси в том, что в этом островном регионе Юго-Восточной Азии никогда не находили следов присутствия человека, сопоставимых по возрасту с человеческим черепом из Ниахских пещер с о. Борнео, датируемым 43 тыс. лет до н.э. Тем не менее результаты работы по датировке наскальных рисунков, обнаруженных на островах Тимор и Сулавеси, которую проделал М. Обер (Aubert, 2014), не нарушают хронологическую логику. На сегодня неоспоримо доказано, что человек начал заселять эту часть мира – от северной части Филиппин до юго-восточной оконечности острова Папуа-Новая Гвинея, – уже с эпохи верхнего палеолита. Далее к востоку лежала последняя в Австронезии область присутствия древнего человека, который за последующие 5 тыс. лет расселился по всему Тихоокеанскому региону.

До недавнего времени считалось, что образцы наскальной живописи Юго-Восточной Азии, являются «современными», т.е. относятся к периоду австронезийского влияния. Высказывались даже предположения, что единственными настоящими мастерами наскальной живописи в этом регионе были австралийские аборигены, которые и являлись авторами этих рисунков. Эта гипотеза поддерживалась и наличием на некоторых рисунках изображений вполне современных лодок и оружия.

Кроме того, анализ территориального распределения находок наскального искусства вплоть до 90° в. д. показал, что оно носит очень нерегулярный характер, и что в этом смысле такие острова, как Ява, Суматра, Борнео и Филиппины, являются на удивление «бедными». Для объяснения

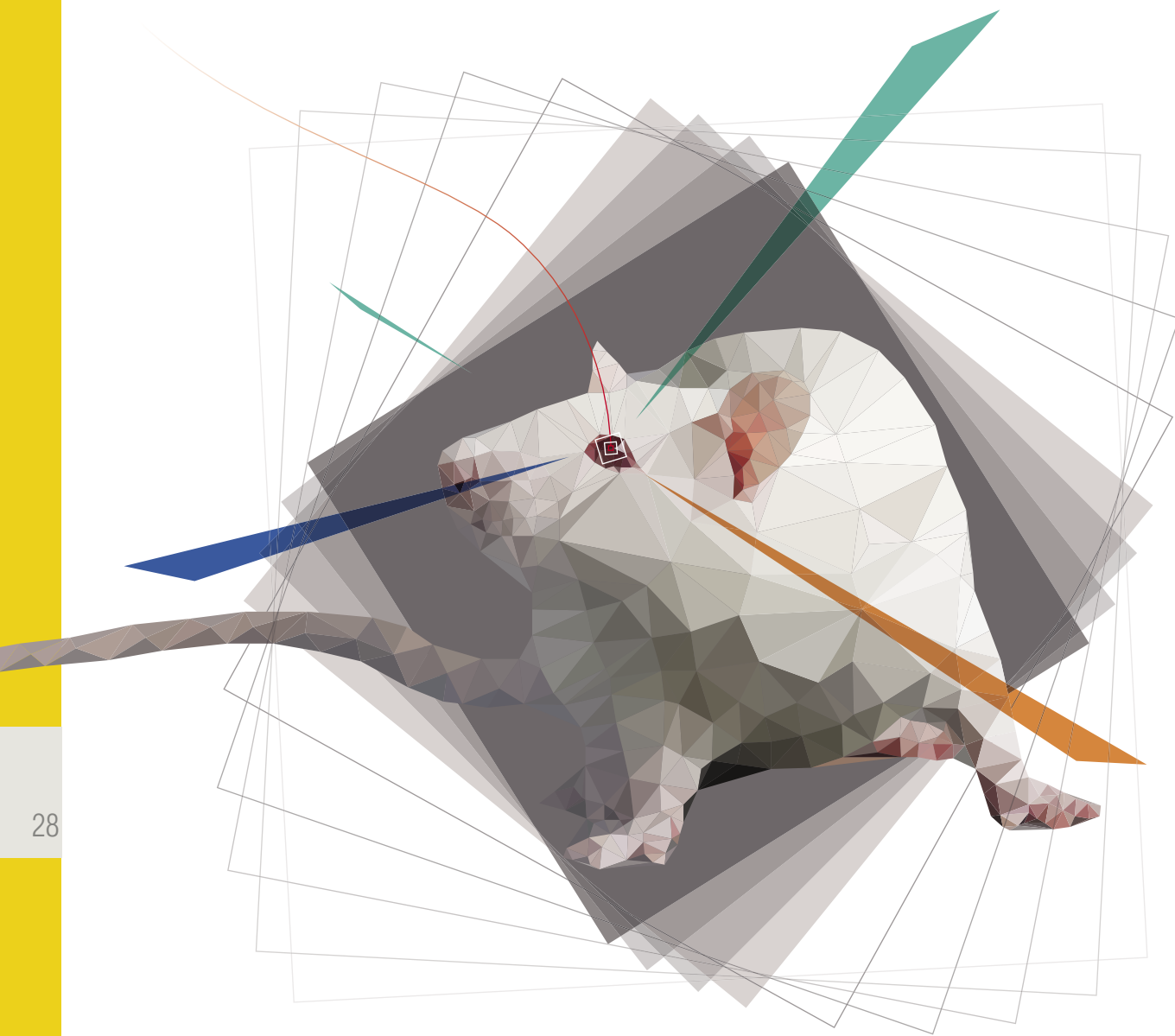
этого факта была привлечена так называемая линия Уоллеса, обозначающая западную границу переходной зоны между азиатской и австралийской фауной, которая сегодня пролегает между островами Борнео и Сулавеси, а некогда была вполне реальным морским проливом, разделявшим два материка. И в этом смысле Сулавеси можно было рассматривать как западный форпост перед обширным пространством, «свободным» от наскального искусства. Ситуация радикально изменилась после открытия на Борнео в 1994 г. богатой наскальной живописи, представленной преимущественно изображениями человеческих рук – так называемыми «трафаретами», которую, очевидно, можно было датировать концом палеолита (Chazine, 2009). Но только в 2003 г. появилась возможность провести точное датирование изображений на основе содержания изотопов урана и тория и радиоуглеродного анализа в тонкой кальцитовой пленке, покрывавшей росписи. Минимальный возраст, оцененный таким способом, составляет 10 тыс. лет.

Археологические раскопки, проводимые в этом районе в сотрудничестве с индонезийскими властями, регулярно дают датировки 12,5 тыс. лет и старше (совсем недавно даже 24 тыс. лет), и таким образом временные рамки человеческой оккупации Восточного Борнео оказались значительно отодвинуты в прошлое. А датировки в 40 тыс. лет, которые удалось получить для наскальных рисунков соседа Борнео – Сулавеси, свидетельствуют, что с помощью такого эффективного метода, как U/Th датирование, мы можем «прыгать» в прошлое намного быстрее и дальше, чем когда бы то ни было.

Ж.-М. Шозэн (jmchazine@gmail.com),  
Университет Экс-Марсель (Франция)



# Пролить СВЕТ на память



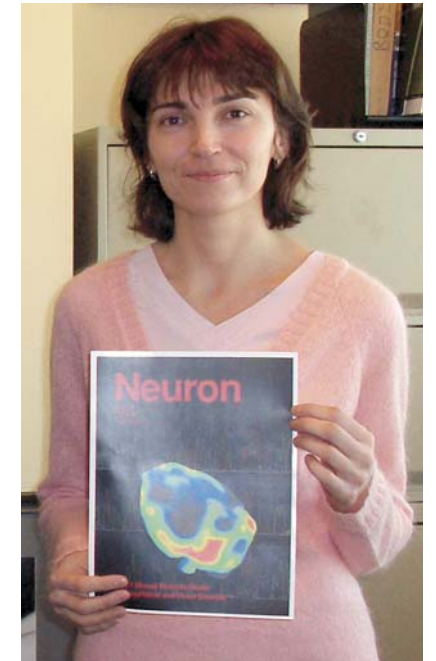
Одним из наиболее выдающихся научных результатов 2014 г. журнал *Science* признал результаты работ по чрезвычайно точной манипуляции мозговыми нейрональными процессами путем облучения светом отдельных нейронов у генно-инженерных лабораторных животных. С помощью такого оптогенетического метода группе ученых из Массачусетского технологического института (США) удалось воздействовать на память, превратив плохие воспоминания в хорошие

Классические подходы к изучению функций мозга основаны на разрушении определенного отдела мозга либо на его химической или электрической стимуляции/угнетении и последующем анализе произошедших изменений. Но эти довольно грубые манипуляции не позволяют, к примеру, точно определить тип нейронов, в которых произошли нарушения (а нейроны отличаются по функции, морфологическим и биохимическим особенностям, профилю экспрессии (активации) генов), что затрудняет понимание полученных эффектов. Современные молекулярно-генетические технологии дают возможность выполнять более тонкие процедуры вплоть до манипулирования экспрессией отдельных генов в тканях мозга, что дает более точные результаты.

Одним из относительно новых и, как уже очевидно, перспективных методологических подходов к изучению функций мозга является *оптогенетика*. Оптогенетический метод позволяет извне регулировать активность нейронов и, соответственно, работу мозга с помощью света. Для этого нужно предварительно с помощью генно-инженерных методов внести в клетки мозга ген, кодирующий особый светочувствительный белок, который при активации под действием света вызывает возбуждение или ингибирование нейрона. Так, появляется возможность регулировать активность нейрона, «включая» и «выключая» экспрессию этого гена. Свет при этом подается с помощью лазера прямо в мозг экспериментального животного – мыши или крысы – через вживленный в него оптоволоконный световод.

Светочувствительные рецепторные белки *опсины*, реагирующие на свет, присутствуют во многих организмах (например, зрительный пигмент *родопсин*, содержащийся в сетчатке глаза у многих животных, от морских беспозвоночных до человека). Под действием света родопсин с помощью белков-посредников вызывает возбуждение нейрона, происходит открытие ионных каналов, и возбуждение передается дальше по нервным путям. Для задач оптогенетики наиболее удобным оказался светочувствительный белок *ChR2* (*канальный родопсин-2*), выделенный из водорослей, который сам по себе служит каналом для прохода катионов сквозь клеточную мембрану.

Предположение о возможности манипулировать нейрональными процессами с использованием оптогенетического подхода была высказана еще в 1999 г. Нобелевским лауреатом Ф. Криком, одним из первооткрывателей структуры ДНК (Crick, 1999). Затем этот метод был успешно применен в экспериментах на плодовых мушках (Zemelman *et al.*, 2002, 2003). Немного позже оптогенетический подход был применен и к млекопитающим – лабораторным крысам и мышам – группой исследователей под руководством К. Дейсера и Э. Бойдена, которые начали использовать *ChR2*, а также ряд других опсинов (Boyden *et al.*, 2005; Adamantidis *et al.*, 2007). Оказалось, что оптогенетические манипуляции позволяют, например, корректировать некоторые поведенческие отклонения у экспериментальных животных, такие как *ангедонию* – отказ от удовольствия, последствия тревожности, а также дефицит эпизодической памяти, связанный с посттравматическими расстройствами (Convington *et al.*, 2010; Tye *et al.*, 2011; Goshen *et al.*, 2011).

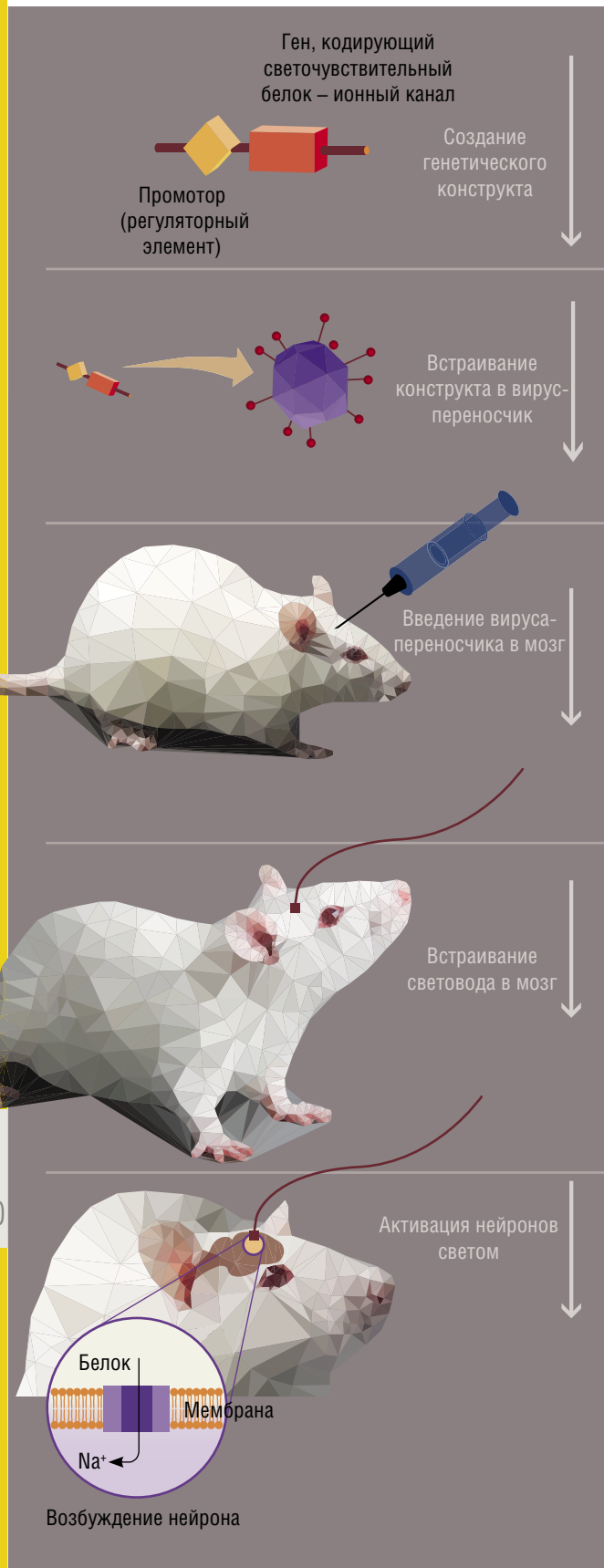


ЛИПИНА Татьяна Викторовна – кандидат биологических наук, заведующая лабораторией экспериментальных моделей патологии когнитивной деятельности Института физиологии и фундаментальной медицины СО РАМН (Новосибирск). Автор и соавтор 46 научных работ

**Ключевые слова:** гены, мозг, поведение, нейронаука, экспериментальные модели ментальных заболеваний.  
**Key words:** genes, brain, behavior, neuroscience, animal models for mental disorders

© Т.В. Липина, 2015





Одной из фундаментальных задач нейронауки является расшифровка нейрональных основ памяти. Ведь наша память меняется со временем: воспоминания могут тускнеть, а иногда мы можем даже «помнить» события, которые вообще не происходили. Одна из причин, по которым могут происходить изменения в нашей памяти, – это изменение эмоционального контекста воспоминаний. Например, приятные воспоминания о романтическом ужине могут перестать быть таковыми после размолвки, и хотя пространственная память в этом случае сохраняется, позитивные ассоциации теряются.

Наша пространственная память (память «где?») закодирована в особой структуре мозга – гиппокампе, а эмоциональность воспоминаний, их сопряжение с позитивными или негативными эмоциями (память «что?») кодируется в миндалевидном теле (амигдале). Считается, что эмоциональная память тесно связана с процессами запоминания и обучения. Нейроны амигдалы передают сигналы двигательной и гормональной системам мозга, непосредственно вовлеченными в реакции «предпочтения» и «избегания» (LeDoux, 2014).

В 2014 г. группа исследователей из Массачусетского технологического института под руководством Нобелевского лауреата С. Тонегавы опубликовала в журнале *Nature* свою очередную работу по изучению нейрональных основ памяти, в которой изложены результаты исследований взаимосвязи между представительствами пространственной и эмоциональной памяти и возможность управления такими ассоциациями (Redondo *et al.*, 2014). Ученые применили оптогенетический подход, а свои эксперименты они проводили на самцах лабораторных мышей, в мозг которых был вживлен световод.

Мыши, на которых проводился эксперимент, принадлежали к генетической линии *c-fos tTA*: у этих животных можно регулировать экспрессию гена *c-fos*, экспрессирующегося при обучении и формировании памяти. Этот ген «выключают» добавлением в корм антибиотика доксициклина. Экспериментальных животных дополнительно «усовершенствовали», встроив им в нейроны гиппокампа и амигдалы ген, кодирующий светочувствительный белок *ChR2*, который мог экспрессироваться только одновременно с активацией маркера нейрональной активности *c-fos*.

Оптогенетический метод позволяет извне регулировать работу мозга с помощью непосредственного воздействия светом через вживленный в мозг оптоволоконный световод. Предварительно с помощью генно-инженерных методов в нейроны нужно встроить ген, кодирующий светочувствительный белок, являющийся одновременно и ионным каналом: под действием света он вызывает возбуждение или ингибирование нейрона

В эксперименте одну группу мышей сначала подвергали слабому воздействию электрического тока («наказание»), а к другой группе запускали самок («поощрение»). Поскольку перед этим доксициклин удалялся из мышинного рациона, в активировавших нейронах гиппокампа и амигдалы происходила экспрессия гена *c-fos* и, соответственно, наработка белка *ChR2*. В результате нейроны, которые участвовали в формировании конкретной пространственной и эмоциональной памяти, оказались «помечены» этим светочувствительным белком. После этого в диету вновь был добавлен антибиотик, чтобы «выключить» экспрессию генов и таким образом сохранить нейрональный след негативной или позитивной памяти.

Затем мышей вновь помещали в ту же экспериментальную установку и, подавая свет, активировали у них нейроны, содержащие белок *ChR2*. У мышей, на которых накануне воздействовали электрошоком, воздействие светом активировало «память страха», поэтому они начинали активно избегать места своего наказания. И, напротив, животные, у которых накануне было «свидание» с самкой, после активации «памяти счастья» надолго оставались в экспериментальном отсеке, вспоминая «приятные» моменты.

На следующем этапе эксперимента было решено проверить возможность изменения памяти в зависимости от эмоционального контекста. Выяснилось, что если мышей с «памятью страха», у которых оптогенетически были активированы соответствующие нейроны гиппокампа, поместить к самкам, то ассоциации с этим местом «переключатся» с изначально негативных на положительные! Кстати сказать, «обратное» переключение ассоциаций с вознаграждения на страх при активации нейронов амигдалы оказалось затруднительным.

Более того, в еще одной своей работе исследователям удалось даже сформировать у экспериментальных животных ложную память! Мышей сначала помещали в нейтральную одну камеру (условно, «камера А»), светочувствительным белком «пометив» у них нейроны гиппокампа, связанные с нахождением в этом месте. Затем животных помещали в другую камеру (условно, «камера В»), где их подвергали воздействию электрошока и одновременно оптогенетически активировали у них нейроны гиппокампа, несущие пространственную информацию о «камере А». После этого мыши начали избегать «камеру А», хотя в ней их никогда не подвергали «наказанию» (Ramirez *et al.*, 2013).

То, что память может меняться с плохой на хорошую и наоборот, было известно давно, но только сейчас стали приоткрываться механизмы такого переключения сознания. Применение метода оптогенетики и использование генетически-модифицированных животных позволит в будущем подробно откартировать нейрональные пути головного мозга. Это приблизит

нас не только к более глубокому пониманию нейробиологических процессов мозга, но и, в конечном счете, созданию кардинально новых подходов для лечения ментальных заболеваний, которым сегодня подвержено около четверти человечества.

И если считать, что основная функция головного мозга – это централизованный контроль над всем организмом, то расшифровка секретов его работы может дать огромный толчок эволюции самого современного общества.

*Лумепамура*

Adamantidis A.R. *et al.* Neural substrates of awakening probed with optogenetic control of hypocretin neurons // *Nature*. 2007. V. 450. P. 420–424.

Boyden E.S. *et al.* Millisecond-timescale, genetically targeted optical control of neural activity // *Nat. Neurosci.* 2005. V. 8. P. 1263–1268.

Crick F. *The impact of molecular biology on neuroscience* // *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B.* 1999. V. 354. P. 2021–2025.

Goshen I. *et al.* Dynamics of retrieval strategies for remote memories // *Cell*. 2011. V. 147. P. 678–689.

LeDoux J.E. *Coming to terms with fear* // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2014. V. 111. P. 2871–287.

Lima S.Q., Miesenböck G. *Remote control of behavior through genetically targeted photostimulation of neurons* // *Cell*. 2005. V. 121. P. 141–152.

Ramirez S. *et al.* Creating a false memory in the hippocampus // *Science*. 2013. V. 341(6144). P. 387–391.

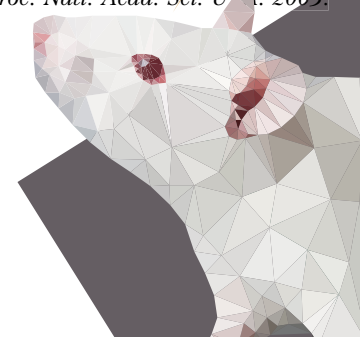
Redondo L., Kim J., Arons A.L. *et al.* Bidirectional switch of the valence associated with a hippocampal contextual memory engram. // *Nature*. 2014. V. 513(7518). P. 426–30.

Robinson M.J.F. *et al.* Optogenetic excitation of central amygdala amplifies and narrows incentive motivation to pursue one reward over another // *J. of Nsci.* 2014. N. 34(50), P. 16567–16580.

Tye K.M. *et al.* Amygdala circuitry mediating reversible and bidirectional control of anxiety // *Nature*. 2011. V. 471. P. 358–362.

Zemelman B.V. *et al.* Amygdala Selective photostimulation of genetically *chARGed* neurons // *Neuron*. 2002. V. 33. P. 15–22.

Zemelman B.V. *et al.* Photochemical gating of heterologous ion channels: remote control over genetically designated populations of neurons // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2003. V. 100, P. 1352–1357.





# Взрослеющие КУБСАТИКИ

*Игрушки, и не более – именно так воспринимались кубические наноспутники CubeSat десятилетие назад, ведь возможности таких космических аппаратов тогда представляли интерес главным образом для обучения студентов. Однако в скором времени CubeSat обещает стать простым в эксплуатации и относительно дешевым и доступным инструментом наподобие специализированного компьютера, который любой желающий сможет укомплектовать собственным оборудованием и вывести на низкую околоземную орбиту. Именно это обстоятельство, по мнению журнала Science, определило небывалый интерес к CubeSat и стремительный рост числа их запусков*

История создания сверхмалых космических аппаратов типа *CubeSat* началась в 1999 г. в результате совместных усилий создателей этого формата – Калифорнийского технологического института и Стенфордского университета (США). Предпосылкой для появления этого направления в производстве космических аппаратов стал прогресс в микроэлектронике 1990-х гг., включая появление компактных компьютеров и мобильных средств связи.

Большая часть первых университетских «кубсатиков» была создана энтузиастами с привлечением весьма скромных средств, в том числе и за счет краудфандинга, т. е. добровольного коллективного финансирования заинтересованными лицами через сеть Интернет. Именно этот факт в значительной степени определил ценовую политику разработчиков следующих поколений *CubeSat*, состоящую в создании недорогих аппаратов, доступных университетам и научным лабораториям.

Анализируя доступную в сети статистику запусков *CubeSat* различного назначения, нельзя не отметить, что интерес к таким аппаратам проявляют не только университеты, но и военные, и спецслужбы, а также представители бизнеса. И этот интерес заметно возрос за последние два года, вылившись в настоящий бум вокруг космических наноспутников. Ведь за двенадцать лет своей короткой эволюции *CubeSat* вырос из игрушки университетских кафедр до практически значимого инструмента, фактически – настоящего орбитального гаджета!

Уже появились производители, разрабатывающие и продающие *CubeSat* как в сборке, так и в виде отдельных компонентов. При этом конструктивный стандарт *CubeSat*, разработанный и опубликованный в 1999 г., до сих пор является свободно распространяемым интеллектуальным продуктом, подобно операционной системе *Linux*.

Низкая цена на аппараты *CubeSat* имеет и свою обратную сторону – относительно короткий срок активного существования в условиях орбитального космического пространства. Из общего числа этих спутников, запущенных или участвующих в запусках, 130 сейчас сохраняют активность, 124 удалены с орбиты и 47 стали космическим мусором. Нетрудно догадаться, что большая часть «мертвых» кубсатиков имеет университетское происхождение: это выброшенные игрушки великовозрастных детей.

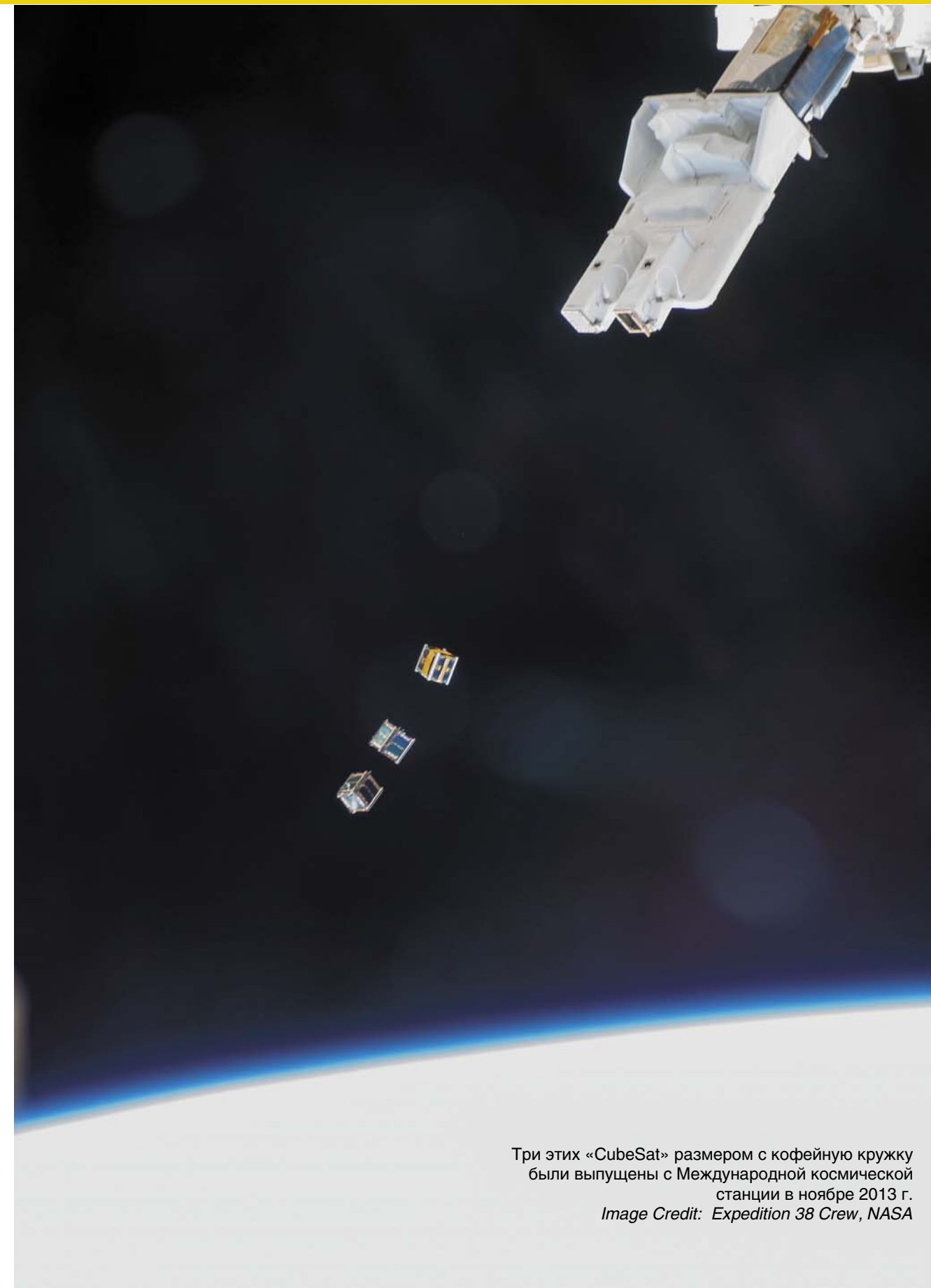
Специализация *CubeSat* целиком и полностью определяется уровнем миниатюризации их электронной и оптической начинки. Основным



**БАТРАКОВ Александр Владимирович** – кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией вакуумной электроники Института сильноточной электроники СО РАН (Новосибирск), доцент кафедры сильноточной электроники Томского политехнического университета. Автор и соавтор более 100 научных работ

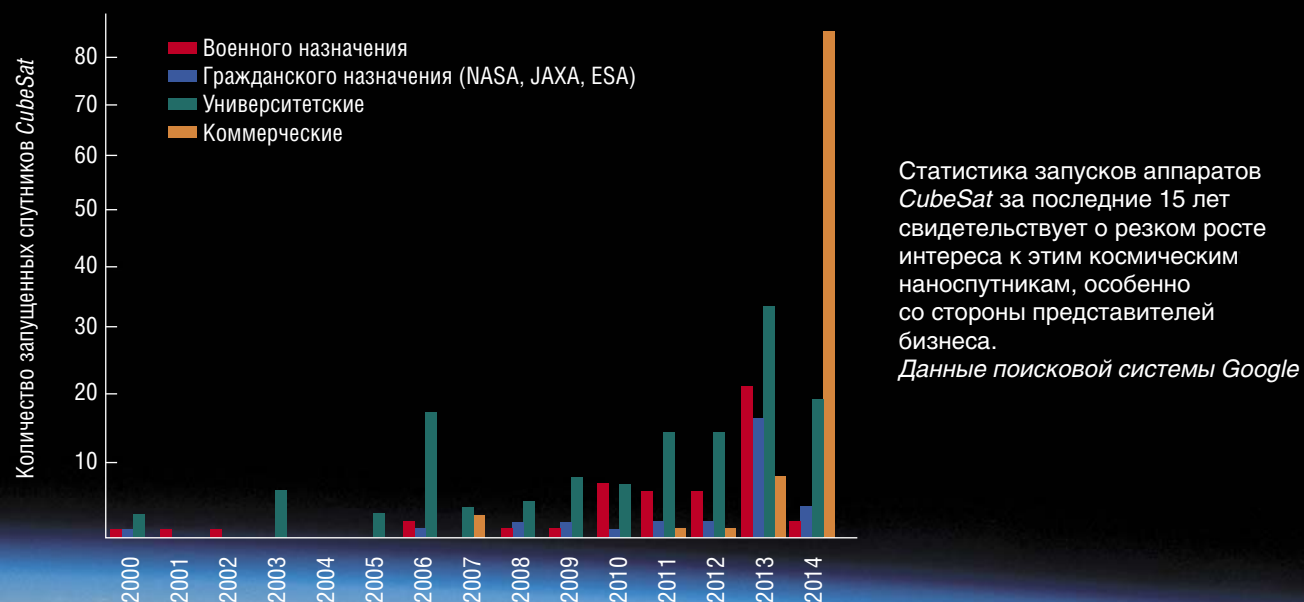
*Ключевые слова:* малые космические аппараты, наноспутники, *CubeSat*.  
*Key words:* small spacecraft, nanosatellites, *CubeSat*

© А. В. Батраков, 2015



Три этих «CubeSat» размером с кофейную кружку были выпущены с Международной космической станции в ноябре 2013 г.  
*Image Credit: Expedition 38 Crew, NASA*





практическим использованием аппаратов такого формата было и остается наблюдение за поверхностью Земли в различных диапазонах длин волн. Сейчас кубсатики востребованы метеорологами, экологами, спецслужбами, правительственными органами... Это – настоящее, но будущее выглядит более романтичным, и связано оно с созданием группировок большого числа CubeSat, образующих глобальную сеть мониторинга поверхности Земли, а впоследствии Луны, Марса и астероидов с «близкого» расстояния.

Об одном из таких «романтичных» проектов – освоении окололунного пространства с использованием LunarCubes – можно узнать на портале *AstroNews.Ru*. Предполагается, что помимо наблюдения за поверхностью Луны такие аппараты будут вести контроль за радиационным фоном Луны, поддерживая связь с Землей при помощи ... обычного смартфона.

Но все же более насущной проблемой на сегодняшний день является контроль за радиационными поясами Земли, и, по мнению специалистов NASA, CubeSat может прекрасно справиться с этой задачей. И это не просто слова: на выходе проекта CREPT (*Compact Relativistic Electron and Proton Telescope*), который стартовал еще в 2012 г., планируется запустить на высокую околоземную орбиту компактный научный прибор весом около 1 кг, способный проводить анализ высокоэнергетических электронов и протонов в радиационных поясах Ван Аллена. Это будет, пожалуй, первая «взрослая» миссия CubeSat за пределами низкой орбиты Земли.

Ярким примером использования CubeSat в научных целях является проект *Firefly*, реализованный NASA,

Корпус первого отечественного CubeSat в сборе с солнечными батареями на кафедре Томского политехнического университета. Справа, для сравнения, – обычная компьютерная мышь



который направлен на изучение земных гамма-вспышек, генерируемых лавинами электронов сверхвысоких энергий, исходящих из области грозных разрядов в тропосфере Земли.

Наноспутники формата CubeSat, бороздящие сегодня околоземное космическое пространство, имеют самое разное географическое происхождение. Благодаря низкой стоимости их сейчас запускают в космос все, кому не лень. Но только не россияне: в сети нет информации о работающих аппаратах типа CubeSat российского происхождения. Россия – один из лидеров в разработке космических аппаратов, но только не в формате CubeSat. Почему? Вряд ли потому, что мы ленивые: наверное, потому что для нас это время просто еще не пришло.

По мнению С. Г. Псахье, директора Института физики прочности и материаловедения СО РАН (Томск), ситуация с российскими кубсатиками должна радикально измениться уже в обозримом будущем с запуском в космос «роев» аппаратов, снабженных «интеллектом» и способных слаженно работать на орбите.

В любом случае Томский политехнический университет уже делает первые шаги в этом направлении и создает свой CubeSat, который планируется вывести

Несколько крошечных спутников, в том числе так называемый TechEdSat, были запечатлены экипажем 33-й экспедиции на Международной космической станции 4 октября 2012 г. Image Credit: NASA

на орбиту в юбилейном для ТПУ 2016 г. Этот аппарат будет нести две полезные нагрузки: электромеханический исполнительный орган, разработанный Институтом неразрушающего контроля ТПУ, и ионно-плазменный двигатель с жидкометаллическим рабочим телом, – совместной разработки Института физики высоких технологий и ТПУ и Института сильноточной электроники СО РАН (Томск). CubeSat ТПУ – образовательный проект, реализация которого даст университету уникальную возможность студенческой практики в космосе.

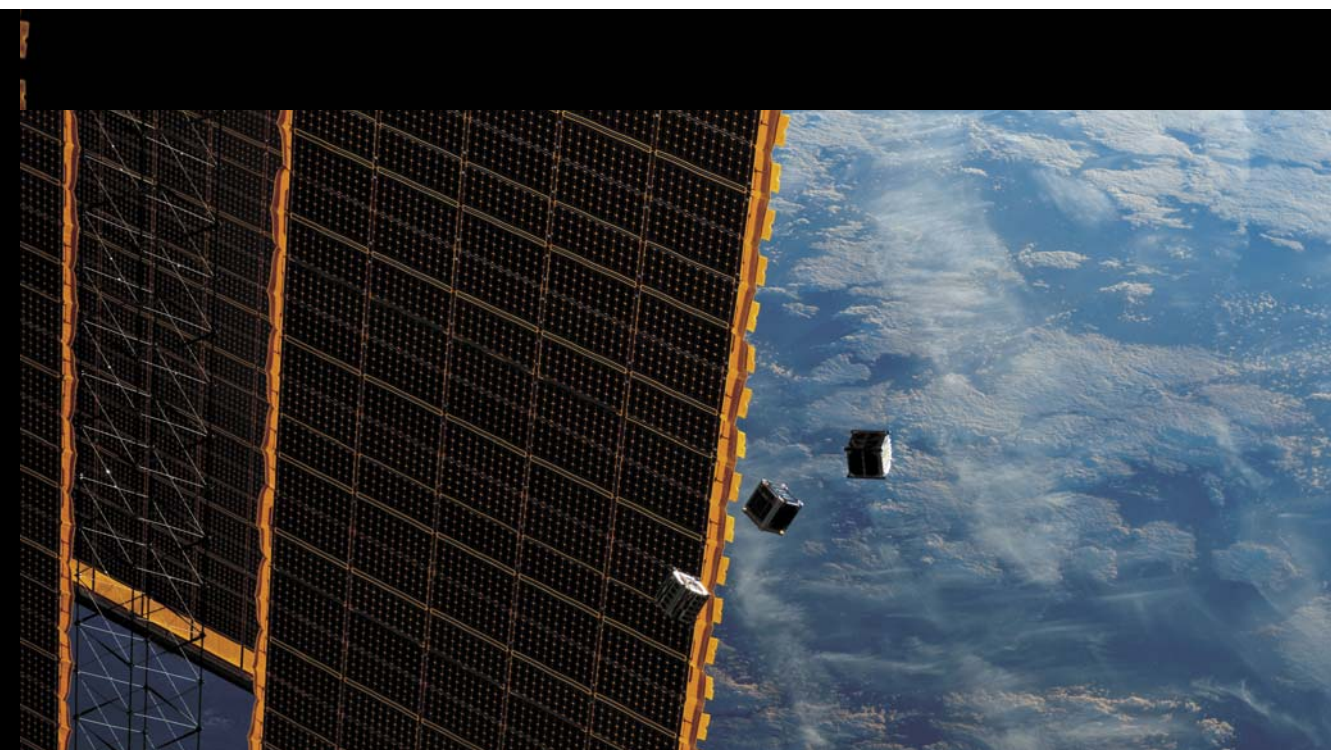
#### Литература

Проконьев В. Ю., Кузь О. Н., Оссовский А. В. Малые космические аппараты стандарта CubeSat. Современные средства выведения // *Вестн. науки Сибири*. 2014. № 2(12). С. 71–80.

Swartwout M. The First One Hundred CubeSats: A Statistical Look // *Journ. of Small Sattelites*. 2013. V. 2. N. 2. P. 213–233.

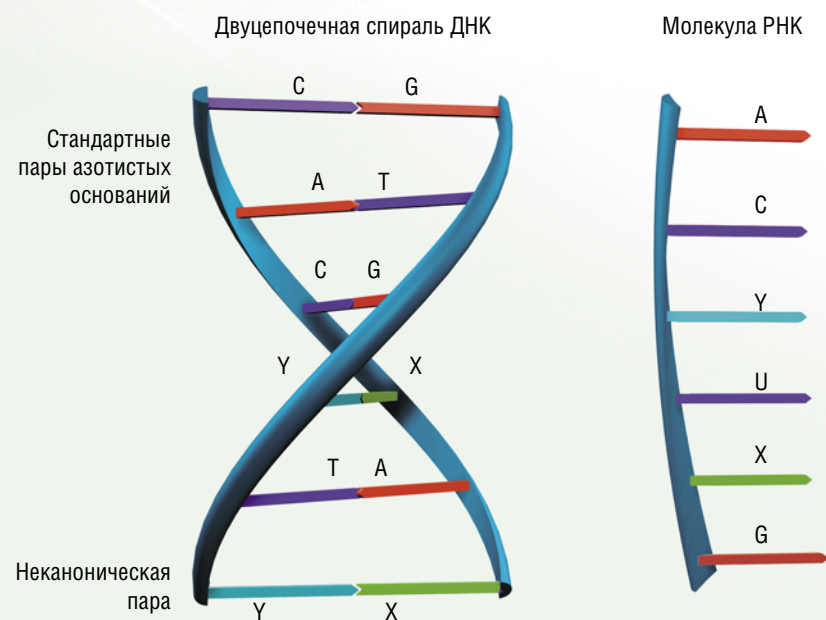
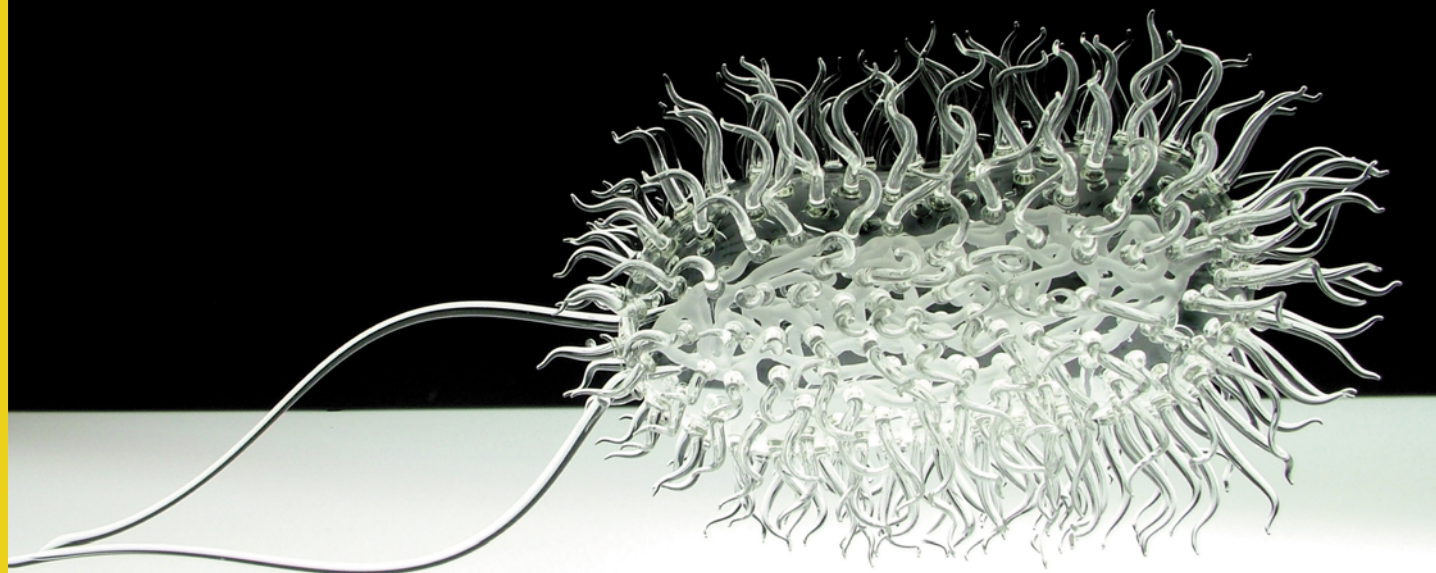
Staehe R. L., Anderson B., Betts B., et al. Interplanetary CubeSats: Opening the Solar System to a Broad Community at Lower Cost // *Final Report on Phase 1 to NASA Office of the Chief Technologist*. 2012. 30 p. URL: [http://www.nasa.gov/pdf/716078main\\_Staehe\\_2011\\_PhI\\_CubeSat.pdf](http://www.nasa.gov/pdf/716078main_Staehe_2011_PhI_CubeSat.pdf)

Selva D., Krejci D. A survey and assessment of the capabilities of Cubesats for Earth observation // *Acta Astronautica*. 2012. V. 74. P. 50–68.





# ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛФАВИТ



Американским исследователям впервые удалось заставить воспроизводиться в бактериальной клетке фрагменты «химерной» ДНК, в которую были введены неканонические «буквы» – основания, названные X и Y. В качестве модели использовалась кишечная палочка *E. coli*.  
На фото вверху – скульптурное изображение кишечной палочки. Стекло. Худ. Л. Джеррам

# РАСШИРЕН. ИЛИ НЕТ?

В десятку наиболее выдающихся результатов 2014 г. вошли работы исследователей из Скриппсовского института (Ла-Холья, США), которые не только создали ДНК с двумя новыми «буквами» генетического кода, но и заставили ее воспроизводиться внутри кишечной палочки – традиционного экспериментального объекта молекулярных биологов

Как всем известно со школьной скамьи, «текст» молекулы ДНК – хранилища наследственной информации – написан всего четырьмя «буквами»: А, Т, G и С. Буквы эти обозначают четыре азотистых основания – аденин, тимин, гуанин и цитозин, которые крепятся к сахарофосфатному остову. Две такие конструкции и составляют знаменитую двойную спираль ДНК, которая в итоге содержит все инструкции по постройке и работе нашего организма.

Две цепи ДНК связаны друг с другом по принципу комплементарности: напротив А в одной цепи всегда стоит Т в другой, а напротив G – всегда С. Между «противоположными» основаниями в этих парах образуются так называемые водородные связи, что и определяет соответствие оснований друг другу. Например, между А и С такие связи образоваться не могут, поэтому и говорят, что основания подходят друг к другу как ключ к замку.

Структура ДНК стала известна еще в середине прошлого века, и уже тогда ученые стали задаваться вопросами: почему живая природа использует именно эти две пары оснований, а не какие-нибудь другие, и нельзя ли как-нибудь «подкрутить винтики» в клетке, чтобы заставить ее использовать другие основания? Ответ на первый вопрос не получен до сих пор. Многие специалисты в области предбиологической эволюции предполагают, что такой выбор был случайностью, которая закрепилась в дальнейшем, когда был пройден самый трудный этап возникновения жизни на нашей планете – когда молекулы стали «репликаторами», т.е. научились воспроизводить сами себя.

Вероятность такого события очень мала, поэтому неудивительно, что если даже некогда и существовали комплементарные пары с другими основаниями, они просто не прошли через это «бутылочное горлышко» эволюции. Впрочем, первой молекулой-репликатором, скорее всего, была не ДНК, а РНК, которая, кстати сказать, вместо тимина использует еще одно азотистое основание – урацил, также образующий пары с аденином. При переходе к «миру ДНК» урацил заменился на тимин по причинам, связанным с надежностью хранения информации.

Самое интересное, что и сейчас известны организмы, у которых «великолепная четверка» отличается от описанной в школьном учебнике. Например, у многих бактериофагов – вирусов, поражающих бактерии, место тимина в ДНК занимает урацил либо гидроксиметилурацил или другие про-



ЖАРКОВ Дмитрий Олегович – доктор биологических наук, заведующий группой взаимодействия биополимеров Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск). В течение восьми лет работал в лаборатории А. Гроллмана (США). Автор и соавтор 80 научных работ

**Ключевые слова:** расширенный генетический код, синтетическая биология, репликация ДНК, неканонические основания ДНК, кишечная палочка.

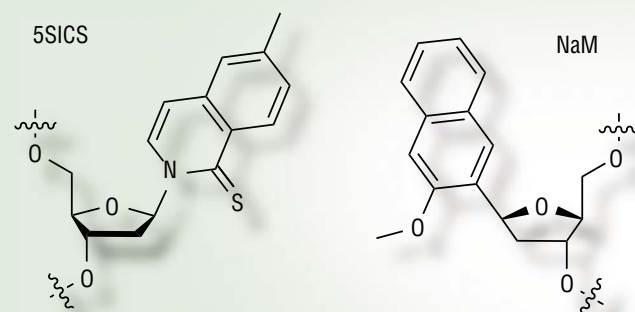
**Key words:** expanded genetic code, synthetic biology, DNA replication, unnatural DNA bases, *Escherichia coli*

© Д. О. Жарков, 2015





а – классическая пара оснований C-G



б – неклассическая пара «безводородных» оснований X-Y

изводные урацила с дополнительно присоединенным углеводным остатком. Такая «подмена» помогает вирусу защищаться от охранных систем бактерий, расщепляющих проникающую внутрь чужеродную ДНК. А в 1970-х гг. в обыкновенной луже ленинградские микробиологи обнаружили бактериофаг, у которого аденин полностью заменен другим основанием, 2,6-диаминопурином.

Что касается второго вопроса, то он лег в основу нового направления молекулярной биологии – создания искусственного генетического кода. Специалисты в этой области занимаются не только поиском возможностей создания альтернативных пар оснований, но и способов введения в структуру белков неканонических аминокислот (как известно, генетические системы всех известных на сегодня живых организмов кодируют ровно 20 «стандартных» аминокислот). Понятно, что если научиться собирать ДНК из расширенного репертуара пар оснований и заложить в код возможность включения в белки нестандартных аминокислот, то это откроет невиданные перспективы перед синтетической биологией – областью науки, занимающейся созданием несуществующих в природе живых систем и процессов.

На фоне такой глобальной проблемы достижение, отмеченное

журналом *Science*, не выглядит чем-то сногшибательным. Скорее это – очередная ступенька лестницы, строительство которой началось два десятилетия назад, причем ступенька не очень высокая. Главный концептуальный прорыв на этом пути был совершен еще в конце 1990-х гг. группой под руководством Э. Кула (Рочестерский университет, США), которая показала, что для создания стабильной пары оснований, хорошо укладывающейся в двойную спираль ДНК, вовсе не нужны водородные связи. Можно сделать искусственные основания, вообще не содержащие ни одного атома, способного образовывать такие связи, и они смогут не только стабильно существовать в ДНК, но и без проблем включаться в нее обычными ферментами ДНК-полимеразами, по крайней мере, некоторыми из них.

В лаборатории Ф. Роумсберга, удостоенной внимания редакторов *Science*, неклассическими основаниями занимаются уже не первый год. Но до недавних пор все исследования в этом направлении выполнялись *in vitro*, т. е. «в пробирке», а не в живой клетке. В этот раз исследователи взяли одну из таких «безводородных» пар оснований и попытались заставить ее воспроизводиться внутри бактерии кишечной палочки, традиционно используемой для экспериментов молекулярными биологами.

Однако в живом организме основания не возникают по желанию экспериментатора. За каждой из четырех букв в ДНК стоит многоходовая схема их синтеза в клетке и, разумеется, основания, придуманные химиками, клетка сама делать не может. Поэтому ученые схитрили: они ввели в бактерии белок из клеточной стенки диатомовой водоросли *Phaeodactylum tricorutum*, который способен захватывать те самые отдельные «буквы» ДНК непосредственно из внешней среды. Соответственно, ненатуральные основания (точнее, не сами основания, а дезоксирибонуклеозидтрифосфаты – «кирпичики» с частью сахарофосфатного остова, из которых и строится ДНК) просто добавляли в культуральную среду, в которой росли такие бактерии.

Но существовала еще одна проблема, которую требовалось разрешить. Дело в том, что если заставить бактериальные клетки использовать ненатуральные основания в большом количестве, то бактерии просто не выживут, потому что существующий генетический аппарат не будет их «узнавать». Поэтому ученые ввели лишь одну-единственную ненатуральную пару, и то не напрямую в саму бактериальную ДНК, а в плазмиду – отдельную маленькую кольцевую молекулу ДНК, способную существовать и самовоспроизводиться внутри бактериальной клетки. А поскольку фермент ДНК-полимераза III, которая отвечает у бактерий за репликацию основной части генома, нестандартные

основания вообще не узнает, ненатуральную пару оснований пришлось ставить даже не просто в плазмиду, а в очень маленький участок плазмиды, который синтезируется другим ферментом – ДНК-полимеразой I.

После всех этих манипуляций бактерии растили на обогащенной нестандартными основаниями среде в течение 15 часов – за это время клетки успевали поделиться 24 раза. Затем определяли, что находится в том месте плазмиды, где стояла ненатуральная пара. Если бы клетка не была способна при репликации использовать соответствующие друг другу неканонические нуклеотиды, а встраивала напротив них нормальные, то ненатуральная пара после 24 делений сохранилась бы только в 1 случае из 17 млн! Однако на самом деле ничего подобного не произошло: ненатуральная пара сохранялась в 86% случаев, замена произошла только спустя нескольких суток дальнейшего роста.

Важность работы Роумсберга и его коллег неоспорима, ведь им действительно впервые удалось показать работоспособность ненатуральной пары оснований в живой клетке. Но говорить о том, что в ней удалось «расширить генетический алфавит», очень и очень преждевременно – эта фраза вынесена в заголовок статьи в *Nature* явно с рекламными целями. В конце концов, авторы статьи обошли самые главные неразрешенные проблемы искусственного генетического кода. Ведь для того, чтобы на деле расширить алфавит ДНК, нужно как минимум встроить в клетку пути синтеза неканонических нуклеотидов, сделать их совместимыми с основной системой репликации и, главное, придумать, как при помощи новых букв заставить клетку производить и новые белки.

Задача по-прежнему выглядит чрезвычайно сложной – примерно, как полет в космос в эпоху начала авиации. В этом смысле работу Роумсберга и его коллег можно сравнить с запуском шара братьев Монгольфье. Но в космос в конце концов полетели не воздушные шары, так что хотя отмеченное *Science* достижение – безусловно, шаг в нужном направлении, пока непонятно, приведет ли к цели именно эта дорога.

Две цепи нашей ДНК, состоящие из сахарофосфатного остова с присоединенными к нему азотистыми основаниями, связаны друг с другом по принципу комплементарности: напротив аденина в одной цепи всегда стоит тимин в другой, а напротив гуанина – всегда цитозин (а). Пары оснований удерживаются вместе так называемыми водородными связями. Однако стабильные пары оснований в ДНК могут формироваться и без участия таких связей (б).  
По: (Malyshev et al., 2014)

#### Литература

Власов В. В., Воробьев П. Е. Мир РНК: вчера и сегодня // НАУКА из первых рук. 2012. № 3(45). С. 40–49.

Malyshev D. A., Dhami K., Lavergne T., et al. A semi-synthetic organism with an expanded genetic alphabet // *Nature*. 2014. V. 509. N. 7500. P. 385–388.



# Устойчивые к ВИЧ

Любое инфекционное заболевание у разных людей протекает по-разному. Ход болезни у конкретного человека будет определяться рядом факторов: общим состоянием организма и перенесенными ранее заболеваниями, разновидностью попавшего в организм микроорганизма, особенностями генотипа больного, наличием сопутствующих инфекций и т.п. Для большинства болезней статистика типичных симптомов и сроков их протекания не включает в себя случаи, когда заболевание прошло «мягко» или вообще бессимптомно. Но хотя такие ситуации и выпадают обычно из поля зрения медиков, именно они представляют особый интерес, потому что могут указать на неизвестные механизмы защиты от инфекций. И в этом смысле не является исключением и печально знаменитый СПИД, на сегодня являющийся неизлечимым заболеванием.

Практически с самого начала эпидемии ВИЧ были отмечены редкие случаи, когда человек оказывался полностью устойчивым к вирусу либо носительство вируса у него не переходило в стадию СПИДа. Исследования показали, что «виноват» в этом поверхностный лимфоцитарный белок CCR5, а точнее, его отсутствие у некоторых людей.

Дело в том, что когда вирус ВИЧ попадает в организм, он стремится проникнуть в лимфоциты – важнейшие иммунные клетки крови, участвующие в защите организма от инфекций. Чтобы суметь проникнуть в лимфоцит, белок оболочки на поверхности вируса должен связаться с двумя клеточными белковыми рецепторами на поверхности лимфоцитов, одним из которых и является белок CCR5 (Deng *et al.*, 1996). Оказалось, что некоторые люди являются носителями мутации, которая предотвращает синтез CCR5 и, соответственно, их лимфоциты оказываются устойчивыми к заражению большинством вариантов ВИЧ.

Могут существовать и другие механизмы невосприимчивости к ВИЧ, о которых мы просто не знаем. Так, коллектив французских ученых, работавший с группой из 1700 ВИЧ-инфицированных людей, недавно опубликовал результаты исследования двух необычных случаев устойчивости к инфекции, которые не были связаны с отсутствием белка CCR5 (Colson *et al.*, 2014). В первом случае диагноз пациенту был поставлен еще в 1985 г., однако хотя он и не принимал никаких противовирусных препаратов, стандартные анализы указали на полное избавление от вируса. Ни в крови, ни в культуре клеток крови этого человека не были обнаружены следы присутствия «живого» вируса.

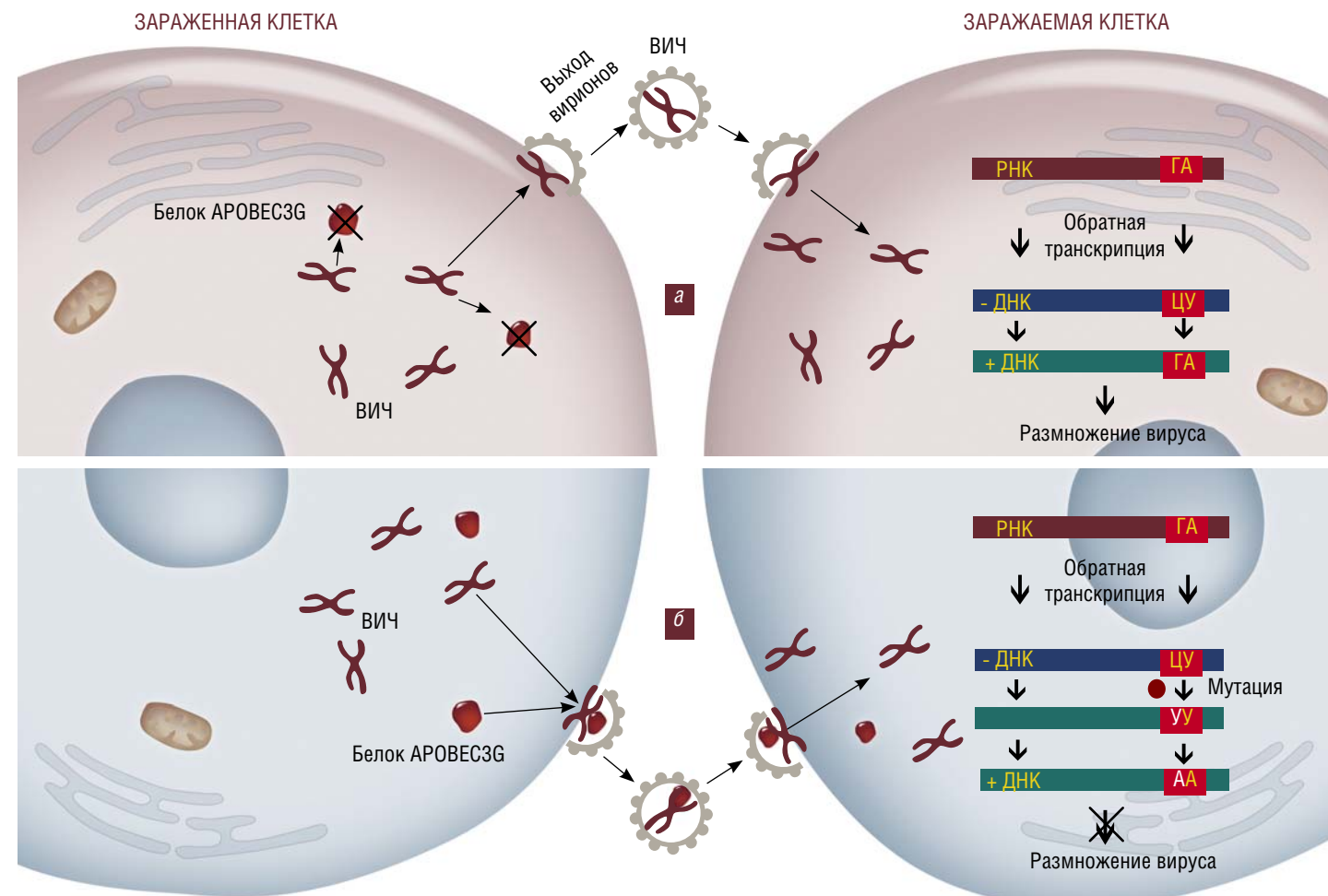
Конечно, в первую очередь возник вопрос – а был ли пациент действительно инфицирован, или исследователи столкнулись с редкой диагностической ошибкой? Однако дополнительные анализы показали, что факт заражения имел место: в его крови были обнаружены антитела к ВИЧ и отдельные фрагменты вирусных белков, а также ничтожные количества вирусной ДНК, которую удалось определить лишь с использованием высокочувствительных методов.



ВОРОНИН Егор Анатольевич – доктор философии (PhD) по биологии, старший научный сотрудник Международной компании по созданию вакцины против ВИЧ (Global HIV Vaccine Enterprise, Нью-Йорк, США). Автор и соавтор 18 научных работ

**Ключевые слова** ВИЧ, вакцины, иммунология, популяционная генетика, эволюция.

**Key words** HIV, vaccine, immunology, population genetics, evolution



Исследователи попытались заразить лимфоциты, взятые от этого пациента, «лабораторным» вариантом ВИЧ. Однако эта попытка не удалась в отличие от контрольных лимфоцитов, взятых у других пациентов. В этот раз исследователи точно установили, что на лимфоцитах необычного пациента белок CCR5 присутствует, и поняли, что они имеют дело с новым механизмом блокировки репликации генома ВИЧ.

Возможный ключ к объяснению этого феномена был найден в тех небольших количествах вирусной ДНК, которые все же удалось выделить из крови пациента. Анализ их нуклеотидной последовательности показал, что этот вирусный геном просто напичкан мутациями. Мутированными оказалось около четверти кодонов\*, кодирующих аминокислоту триптофан, которые в результате превратились в стоп-кодоны, останавливающие синтез белка.

\* Кодон — единица генетического кода, представляющая собой тройку нуклеотидных остатков в ДНК или РНК, кодирующих одну аминокислоту

У обычного человека при заражении ВИЧ РНК-геном вируса успешно проходит стадию обратной транскрипции, в результате чего в клетке появляются полноценные копии вирусной ДНК (а).

В случае вирусной невосприимчивости клеточные белки APOBEC3G, присоединяясь к вирусу, вызывают мутацию в его геноме в процессе обратной транскрипции. Мутированный ВИЧ теряет способность синтезировать необходимые ему белки и не может размножаться (б).

По: (<http://www.palfir.com/apobec3g.html>)

Собственно говоря, механизмы иммунной защиты, которые могли таким образом инактивировать вирус, уже известны. ВИЧ относится к вирусам с РНК-геномом, и чтобы размножиться, он должен пройти стадию обратной транскрипции, т.е. РНК должна превратиться в ДНК. «Перехватить» вирусный геном на этой стадии может группа клеточных белков из семейства APOBEC3G. Они «отрывают» аминокислотную группу (-NH<sub>2</sub>) от цитозинового нуклеотида, превращая его в урациловый. В результате в геноме вместо комплементарных





Тимоти Рэй Браун (в центре) – первый и единственный на сегодня человек, исцеленный от СПИДа. Для лечения острого лейкоза ему по случайности был пересажен костный мозг от донора, имевшего мутацию белка CCR5, которая дает устойчивость к ВИЧ. Фото с <https://www.flickr.com/photos/glitterfighter/8055719562/>

пар нуклеотидов «цитозин-гуанин» появляются пары «урацил-аденин». А поскольку в кодон триптофана входят два гуанина, их замена на аденин превращает триптофановый кодон в стоп-кодон (Sheehy *et al.*, 2002).

Обычно ВИЧ удается обойти этот уровень защиты: у него имеется специальный белок, который атакует и уничтожает АРОВЕС3G. Но почему-то на сей раз этого не случилось, и весь жизнеспособный вирус оказался мутирован до состояния полной потери функциональности.

Предположив, что этот случай может быть не единичным, исследователи стали искать среди своих полутора тысяч пациентов со схожим анамнезом. И нашли! У этого человека также не удалось стандартными методами обнаружить ДНК- или РНК-вирусы. В крошечных фрагментах вирусной ДНК, которые удалось обнаружить у него в крови, также присутствовало большое число мутаций, схожих с теми, которые были найдены в первом случае. Однако лимфоциты второго пациента оказались неустойчивы к заражению «лабораторным» вариантом ВИЧ, поэтому не исключено, что механизм устойчивости к вирусу у него иной.

Многообещающим направлением этой работы является дальнейшее исследование механизмов устойчивости лимфоцитов первого пациента в экспериментах по заражению «лабораторным» штаммом вируса. Предполагается, что у этого человека имеется редкий вариант гена АРОВЕС3G, который ВИЧ не способен обойти. Но хотя это и было бы интересной находкой, такое открытие, скорее всего, не будет иметь широкого практического применения, поскольку пользу от такой мутации могут получить только ее носители. Тем не менее остается надежда на то, что при исследовании обнаружатся какие-то неизвестные ранее иммунные механизмы защиты, что даст толчок к разработке новых лекарств или методов предотвращения инфекции ВИЧ.

Авторы этой работы выдвинули также гипотезу, что в защите клеток от повторного заражения ВИЧ свою роль могут играть «фрагменты» вируса в виде коротких белков, образующиеся в результате досрочной остановки белкового синтеза на новых стоп-кодонах. Эти белки могут осуществлять защитную функцию либо, например, конкурируя с какими-то необходимыми для вируса белками, либо каким-то особым образом стимулируя иммунитет. Высказано даже предположение, что наблюдаемое явление формирования вирусной устойчивости – это естественный процесс эндогенизации ВИЧ, т. е. эволюционный процесс, в результате которого вирусная нуклеиновая кислота становится частью генома другого вида (в данном случае – человека).

Это предположение не так уж и фантастично: наши геномы полны «следов» древних инфекций – заражений ретровирусами, которые умеют встраивать свой наследственный материал в нашу ДНК. Ведь если в геном носителя встраивается не патогенный, а инактивированный вирус, который к тому же дает защиту против повторной инфекции, то он имеет намного большие шансы распространиться в популяции. И если начать масштабный поиск людей, которые несут вирус с большим количеством инактивирующих мутаций, то у нас появится шанс наблюдать эндогенизацию ВИЧ в реальном времени.

#### Литература.

Colson P., Ravaux I., Tamalet C., et al. HIV infection enroute to endogenization: two cases. // *Clin. Microbiol Infect.* 2014. V. 20. N. 12. P. 1280–1288.

Sheehy A.M., Gaddis N.C., Choi J.D., and Malim M.H. Isolation of a human gene that inhibits HIV-1 infection and is suppressed by the viral Vif protein. // *Nature.* 2002. V. 418. P. 646–650. DOI: 10.1038/nature00939.

Deng H., Liu R., Ellmeier W., et al. Identification of a major co-receptor for primary isolates of HIV-1. *Nature.* 1996. V. 381. P. 661–666.

# Слепота защищает от шизофрении



ХАХАЛИН Арсений Сергеевич – кандидат биологических наук, профессор Бард колледжа, Аннандейл-на-Хадсоне, штат Нью-Йорк, США. Автор и соавтор 10 научных работ

*Малоизвестный, но очень интересный факт: у людей, рожденных слепыми, не бывает шизофрении! На первый взгляд это утверждение звучит не очень правдоподобно и вызывает массу вопросов, в том числе главный: может быть, речь идет о простом совпадении, ведь слепорожденных людей не так уж много? Неужели за все время никто не обратил внимания на этот феномен? На самом деле, специалисты давно о нем знают, но до сих пор он не попал в поле зрения широкой общественности*

Утверждать что у слепорожденных более здоровая психика, чем у большинства зрячих людей, нельзя: как известно, врожденная слепота не защищает от большинства психиатрических расстройств. Более того, люди, рожденные слепыми, чаще других страдают от тревожных расстройств, депрессии, нервной анорексии и аутизма. Но не от шизофрении! Причем «защищает» от шизофрении именно врожденная слепота, в отличие от слепоты приобретенной.

Интересно, что врожденный недостаток одного из других органов чувств так не «работает». Например, врожденная глухота не только не уменьшает, но по некоторым данным даже увеличивает вероятность появления галлюцинаций. Более того, среди людей, потерявших в детстве одновременно и зрение, и слух, случаи шизофрении встречаются относительно часто. Кроме того, уже известно, что потеря одного из шести чувств, причем в определенный период развития, влияет на проявление одного конкретного психиатрического заболевания. Этот любопытный факт подтверждается статистическими исследованиями и небольшим, но солидным списком научных работ (Silverstein *et al.*, 2012; Sanders *et al.*, 2003).

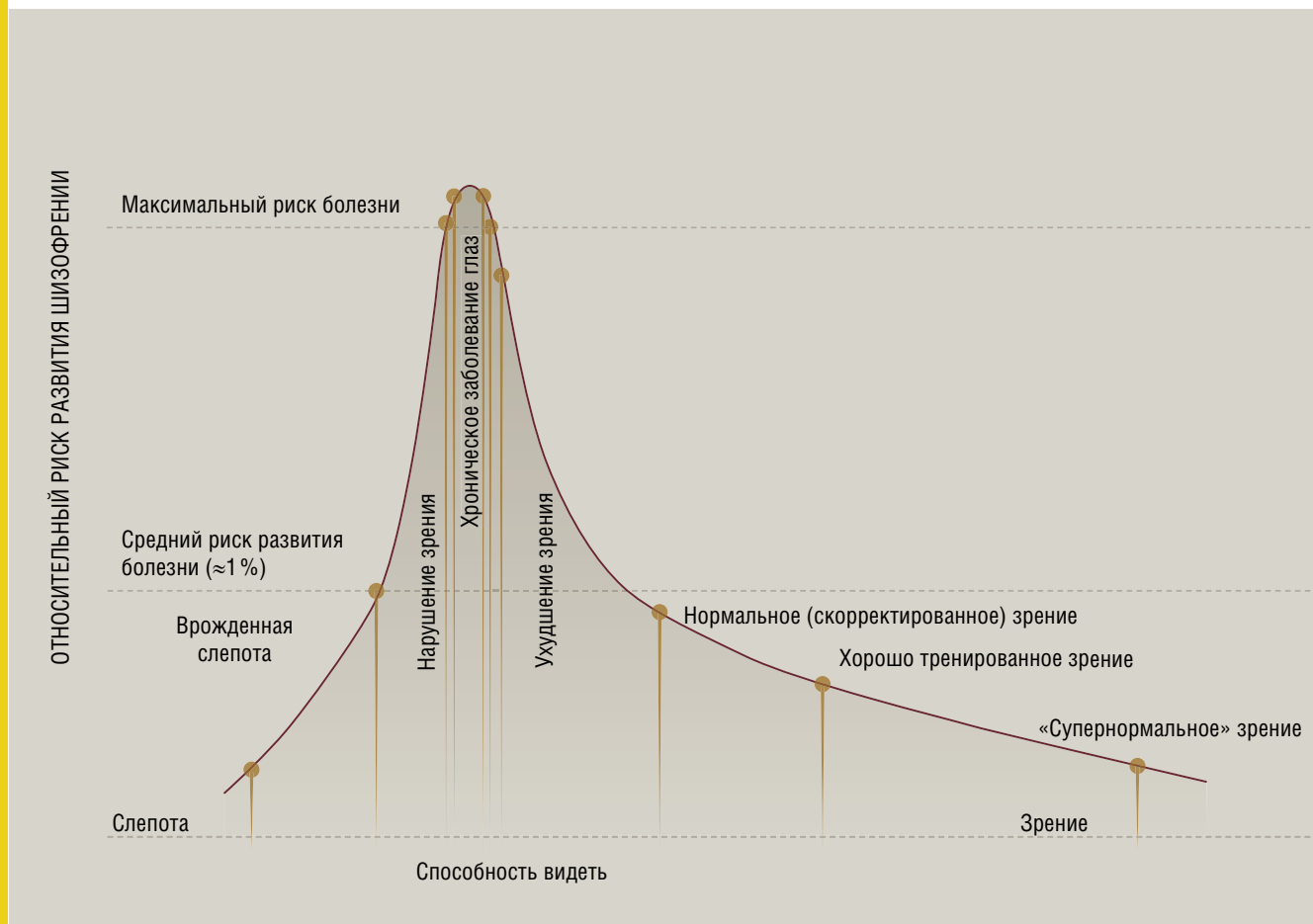
Возвращаясь к шизофрении, прежде всего нужно понять, есть ли разница между слепорожденным и человеком, ослепшим в зрелом возрасте. С научной и медицинской точки зрения разница есть, и заключается она в том, что мозг у них развивается по-разному.

В отличие от нервной системы мух и крабов, строение мозга позвоночных, в том числе человека, не записано целиком в ДНК. Описание всех соединений мозга человека (10<sup>11</sup> нейронов и 10<sup>15</sup> синапсов!) просто не поместилось бы в ДНК (10<sup>9</sup> азотистых оснований), наш мозг слишком сложен для этого. В этом смысле хромосомы содержат лишь общие правила, по которым нейроны из одних частей мозга пытаются установить соединения с другими. Тонкая же настройка нервных соединений, отладка и построение нейронных сетей происходят в процессе непосредственной работы мозга, начиная с внутриутробного периода и примерно до двадцатилетнего возраста.

В процессе «самопостроения» мозг «рассчитывает» на поступление извне разного рода упорядоченной информации и готов использовать эту информацию для построения эффективных, «осмысленных» нервных соединений. Так, наша зрительная кора, расположенная в затылочной части мозга, «ожидает», что в определенный момент глаза начнут посылать ей информацию об окружающем мире. У зрячего человека упорядоченная

**Ключевые слова:** слепота, шизофрения, пластичность мозга, критические периоды развития, когнитивная компенсация.  
**Key words:** blindness, schizophrenia, brain plasticity, critical periods of development, cognitive compensation





На графике изображена модель того, как может соотноситься риск заболеть шизофренией в зависимости от изменения способности видеть. Авторы модели предполагают, что с уменьшением риска развития шизофрении связаны оба полюса: врожденная слепота и «ненормально» хорошее зрение. Пик риска развития шизофрении приходится на проблемное зрение, причем для лиц, исходно страдающих плохим зрением (*слева от пика*), риск шизофрении уменьшается при снижении способности видеть. А для лиц, имевших исходно хорошее зрение, впоследствии ухудшившееся (*справа от пика*), — наоборот, уменьшить риск шизофрении могут меры по возвращению способности видеть. По: (S. Landgraf, M. Osterheider, 2013)

информация от сетчатки постепенно обучает нейроны коры и помогает им выстроить нейронные сети, способные к анализу зрительной информации.

Если же эта информация не приходит, если глаза «молчат», то целые области коры не развиваются по «нормальному сценарию». Но вместо того, чтобы просто выключиться или прозябать в бесполезном бездействии, они переключаются на обработку других видов информации. В результате мозг слепорожденных, а также людей, ослепших в первые месяцы жизни, функционально будет отличаться от мозга большинства людей, включая тех, кто ослеп в сравнительно взрослом возрасте. Зрительная кора слепорожденных весьма активна и «откликается», помимо прочего, на слухо-

вые и тактильные (осязательные) стимулы. Так что, возвращаясь к нашему статистическому факту, акцент на слепорожденных означает только то, что одна из адаптивных, компенсационных перестроек, которые происходят в мозгу рано ослепших людей, каким-то образом придает им «иммунитет» против шизофрении.

Каков же механизм этого явления? Сказать наверняка сложно, но можно подметить существенные детали. Вероятно, ранняя слепота изменяет развитие когнитивных способностей человека в направлении, прямо противоположном тому, что наблюдается у больных шизофренией (или людей с врожденной предрасположенностью к этому расстройству). Ранняя слепота заставляет интенсивнее и точнее анализировать слухо-

вую информацию, тогда как пациенты с шизофренией не сильны в различении звуковых нюансов. Слепые люди поневоле более внимательны к «звуковому пейзажу» и могут следить за развитием нескольких звуков одновременно.

Кроме того, к наступлению взрослого возраста слепорожденные по сравнению со зрячими людьми развивают более цепкую и емкую кратковременную память и могут удерживать больше информации в долговременной памяти (что совсем не удивительно, если представить себе быт и ежедневные сложности слепого человека). У больных шизофренией, напротив, память ослаблена.

Слепота способствует и более тонкому контролю над движениями, и более глубокой интеграции проприорецептивных чувств («чувства тела»), которые, опять же, как правило, ослаблены при шизофрении. И напротив, «сильные стороны» пациентов с шизофренией — способность к абстрактному мышлению, перенесению свойств объектов на более широкие семантические категории, игра слов и изобретение новых слов — точно соответствуют «слабым сторонам» рано ослепших людей.

Таким образом, вырисовывается некая общая картина: слепота «подталкивает» людей к развитию именно тех когнитивных навыков и аспектов мышления, которые первыми страдают при шизофрении или даже способствуют ее развитию. И если слепота приходит рано, когда мозг еще достаточно пластичен, изменения в развитии мозга в качестве странного побочного эффекта «корректируют» проблемы, характерные для шизофрении.

Некоторые ученые, однако, интерпретируют этот статистический факт более изысканно. Возможно, дело не столько в том, что слепота погружает человека в мир изолированных когнитивных «тренировок» на остроту слуха и глубину памяти, но и в том, как именно мозг младенца реагирует на слепоту по сравнению с мозгом взрослого. Возможно, когда зрительные области коры оказываются вовлечены в обработку слуховой и тактильной информации, человеческий мозг оказывается в каком-то смысле более стабилен, почти «избыточен». В той ситуации, когда у зрячего человека височная кора будет напрямую общаться с теменной или лобной, у рано ослепшего те же потоки информации будут одновременно обрабатываться еще и зрительной корой, передаваясь по нескольким параллельным путям.

Возможно, разгадка заключается именно в том, что традиционно «сильные» у приматов зрительные отделы мозга оказываются глубже вовлечены в работу над самыми разными «незрительными» задачами, и эта «добавочная вычислительная мощность» делает работу мозга более надежной.

Ну и наконец, немного о практической семантике вопроса. Когда вдруг выясняется, что один недуг приводит

По статистике шизофренией в какой-то момент жизни заболевают 50—70 человек на 10 тыс. населения. Детская слепота встречается реже: в развитых странах из 10 тыс. детей слепы в среднем трое. Но детьми, как правило, считаются люди до 18 лет, а слепорожденными (в данном случае) можно считать тех, кто ослеп в раннем младенчестве, в возрасте примерно до шести месяцев. Можно грубо прикинуть, что таких людей примерно 1 на 100 тыс. Слепорожденных с шизофренией тогда должно быть примерно 1 на каждые 10 млн. Немного, казалось бы, но население мира — почти 7 млрд. Значит, в мире должно быть примерно 700 слепорожденных с шизофренией, но во всей врачебной литературе не описано ни одного такого случая

к избавлению или уменьшению симптомов другого, ученые часто говорят о том, что «болезнь А защищает от болезни Б». Но надо понимать, что речь тут идет о теоретическом наблюдении, а вовсе не о призыве, скажем, «заражать» всех болезнью А для победы над болезнью Б. Вовсе нет! Но любая закономерность такого характера может помочь нам лучше понять обе болезни, а значит, в конечном итоге, найти способы лечения.

Так, например, известно, что гены, связанные с серповидноклеточной анемией, «защищают» от малярии, а больные системной волчанкой реже заболевают некоторыми видами рака. Оба факта — очень интересны, и их изучение может привести к неожиданным прорывам к борьбе с каждым из заболеваний. Так и в случае с неочевидной закономерностью, с которой мы вас познакомим: возможно, когда-нибудь именно она позволит найти новый, неожиданный способ лечения шизофрении.

Литература

Landgraf, Osterheider. "To see or not to see: that is the question." *The "Protection-Against-Schizophrenia" (PaSZ) model: evidence from congenital blindness and visuo-cognitive aberrations.* *Front Psychol.* 2013 Jul 1;4:352.

Silverstein et al. *Cognitive and neuroplasticity mechanisms by which congenital or early blindness may confer a protective effect against schizophrenia.* 2012. *Frontiers in psychology*, 3.

Sanders et al. *No blind schizophrenics: are NMDA-receptor dynamics involved?* 2003. *Behav. Brain Sci.* 26, 103.



# НЕФТЬ И ГАЗ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ:

## ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ В XX веке, ресурсы, стратегия на XXI век

Месторождение «Победа»  
в Карском море.  
© ОАО «Роснефть», 2015»

**Под российским сектором  
Арктики автор понимает  
территорию арктических  
регионов России и акватории  
морей Северного Ледовитого  
океана, находящиеся  
под юрисдикцией России**

*Ключевые слова:* Арктика, шельфы,  
нефть, газ, история, прогнозы.  
*Key words:* Arctic shelf, oil, gas, history,  
prognosis

Сегодня Россия входит в тройку мировых лидеров по добыче углеводородов: в 2014 г. в нашей стране было добыто 525 млн т нефти и 668 млрд м<sup>3</sup> – природного газа. При этом более чем 90% всего нашего газа и около 10% нефти дают месторождения российского сектора Арктики, т. е. арктических регионов России. Неудивительно, что именно наша страна исторически лидировала по многим направлениям освоения арктических нефтегазовых ресурсов, от разведки до ввода в эксплуатацию новых месторождений, и делала это, опираясь на отечественную науку и отечественные технологии



КОНТОРОВИЧ Алексей Эмильевич – действительный член РАН, доктор геолого-минералогических наук, председатель Научного совета РАН по проблемам геологии и разработки месторождений нефти, газа, и угля. Научный руководитель Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН. Награжден орденами Трудового Красного Знамени, «За заслуги перед Отечеством» III и IV степени, орденом Почета, медалью «За освоение недр и развитие Западно-Сибирского нефтегазового комплекса» и другими наградами. Ему присвоены звания «Заслуженный геолог РСФСР», «Почетный работник нефтяной промышленности», «Почетный работник газовой промышленности». Лауреат Международной премии «Глобальная энергия» (2009), Государственной премии РФ (1994), Премии правительства РФ (2002), Премии им. А. Н. Косыгина (2003), Премии им. Н. К. Байбакова (2007), Премии «Триумф» (2005), Демидовской премии (2005), Премии им. академика И. М. Губкина АН СССР (1974), им. академика М. А. Лаврентьева (2013) и др. Автор и соавтор более 900 научных работ, имеет 4 изобретения и 3 патента.

А. Э. Конторович внес значительный вклад в развитие теории нефтидогенеза – происхождения нефти и газа, вместе с академиками А. А. Трофимуком, В. С. Сурковым и другими, научно обосновал и открыл нефтегазоносность докембрия Восточной Сибири. Активный участник открытия и освоения крупнейших нефтегазоносных провинций: Западно-Сибирской, Лена-Тунгусской и Хатангско-Виллюйской. При его участии в 1970–1980-е гг. были разработаны комплексные программы развития геологоразведочных работ в нефтегазоносных провинциях Западной и Восточной Сибири, Якутии. Является одним из авторов «Энергетической стратегии России», «Стратегии экономического развития Сибири». Заведует кафедрой геологии месторождений нефти и газа Новосибирского государственного исследовательского университета

© А. Э. Конторович, 2015

**П**оиcки месторождений нефти и газа на континентальном секторе Российской Арктики были начаты в 30-е гг. XX в. Другие арктические страны в те годы поиски нефти и газа в Арктике не вели.

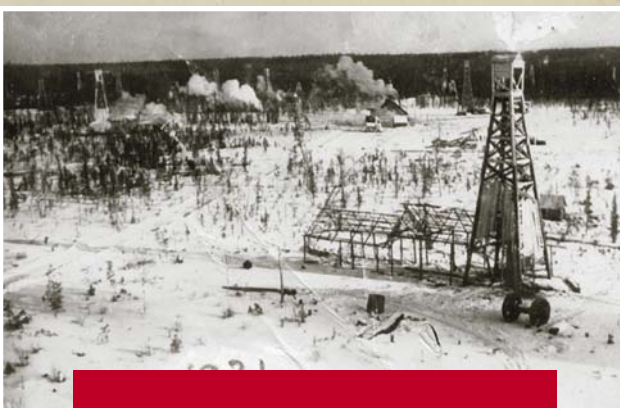
В прогноз и освоение ресурсов нефти и газа арктических территорий Советского Союза в годы перед Великой Отечественной войной и во время войны большой вклад внесли выдающиеся советские геологи Н. А. Гедройц, Т. К. Емельянцеv, А. Я. Кремс, Н. Н. Ростовцев, Г. Е. Рябухин, В. Н. Сакс, И. Н. Стрижов, Н. Н. Тихонович и др.

### История освоения ресурсов нефти и газа – главные уроки

В 1930 г. в Республике Коми было открыто первое в мире нефтяное месторождение в Арктике – Чибьюское. В том же году была начата его разработка. Двумя годами позже, в 1932 г., было открыто крупное Ярегское месторождение, а в 1935 г. оно было введено в разработку.

Таким образом, Советский Союз был первым государством в мире, которое начало поиски, разведку





Врач Н. А. Викторов и буровой мастер А. М. Романенко на ручье Чибью 20 августа 1929 г.

Чутинский поход А. М. Романенко.  
© Музей «УМЗ»

В 1930 г. в Республике Коми было открыто первое в мире нефтяное месторождение в Арктике – Чибьюское. На фото – панорама Чибью, 1931 г.  
© Музей «УМЗ»

### ПЕРВАЯ СЕВЕРНАЯ НЕФТЬ

Разведка нефтяных месторождений в Ухтинском районе Печорского края началась еще в начале 1910-х гг. Русское товарищество «Нефть» в 1915 г. пробурило первую разведочно-эксплуатационную скважину, давшую нефть. Однако планам помешала первая мировая война, и работы были свернуты.

Освоение нефтегазовых ресурсов Печорского края возобновилось лишь 14 лет спустя, когда в стране развернулась форсированная индустриализация. При этом главной проблемой стал недостаток рабочей силы, решить которую были призваны исправительно-трудовые лагеря ОГПУ. К 1928—1929 гг. система мест заключения и исправительно-трудовых учреждений, в которых находилось в два раза больше заключенных, чем они могли вместить, нуждалась в реформировании. Поэтому Народный комиссариат юстиции обратился в правительство с предложением использовать труд заключенных путем создания концентрационных лагерей на европейском Севере страны.

В начале лета 1929 г. в ОГПУ была сформирована специальная структура «Северные лагеря особого назначения» (СЕВЛОН), и в августе на р. Ухта, в место дореволюционных разработок северной нефти, был направлен первый отряд экспедиции ОГПУ из 139 человек, включавший большую группу заключенных и тяжелое снаряжение.

Уже в сентябре-октябре экспедиция обратила внимание на наличие выходов нефти и стала выяснять возможности ее промышленной добычи. По воспоминаниям инженера Р. Л. Зомбе, «буровые работы начались в сентябре постройкой вышки для крелиусного бурения, тогда после небольших геологических работ было определено место ее заложения. Вследствие отсутствия опытных вышечных строителей постройка ее длилась больше месяца, но с приездом в Ухту главного руководителя Ухтинской Экспедиции Я. М. Мороза с присущей ему большевистской настойчивостью, умелым руководством и неисчерпаемой энергией, подготовительные работы были вскоре закончены, и скважина № 1 пущена в бурение 29 октября 1929 г.» Всего за 1929 г. на Ухте удалось собрать первые 5 т нефти.

В конце ноября 1929 г. была заложена новая разведочно-эксплуатационная скважина № 5, бурение которой началось весной следующего года. И 25 октября 1930 г. на глубине около 390 м самопереливом пошла легкая нефть дебитом более 4-х тонн в сутки. Так было подтверждено Чибьюское промышленное месторождение девонской нефти. И именно от этой даты ведет отсчет нефтегазовая промышленность современной Республики Коми.

По материалу Л. Г. Борозинца «Ухтинская экспедиция ОГПУ 1929 г.» //

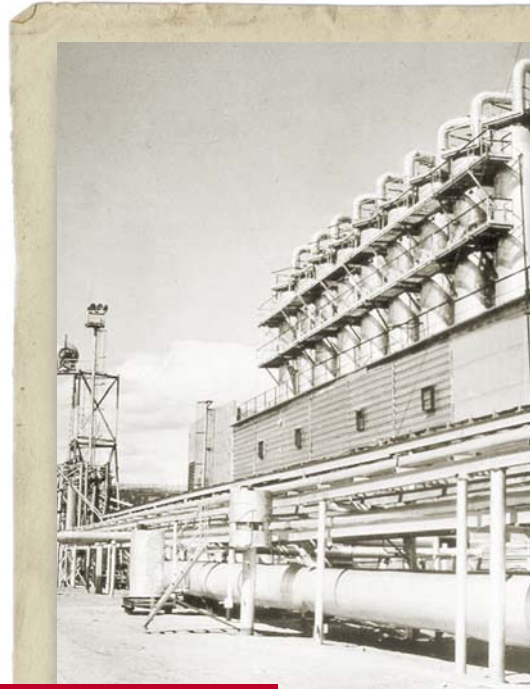
Историко-культурный атлас г. Ухты.  
Центральная библиотека МОГО «Ухта», 2015

и разработку месторождений в условиях Арктики. Ярегское месторождение является пионером не только по добыче нефти в Арктике, но и по ряду других показателей. Нефть Ярегского месторождения тяжелая, с плотностью 945 кг/м<sup>3</sup>, вязкая. Пластовая температура 6—8 °С. Оно было одним из первых разрабатываемых месторождений трудно извлекаемой нефти. На нем впервые был опробован шахтный (1939 г.), а затем и термощахтный (1972 г.) метод добычи нефти.

22 июня 1936 г., ровно за пять лет до начала Великой Отечественной войны Совет народных комиссаров СССР принял постановление о создании Главного Управления Северного морского пути при Совете народных комиссаров (СНК) Союза ССР (Главсевморпуть). Постановлением СНК СССР на Главсевморпуть были возложены следующие задачи: окончательное освоение Северного морского пути от Баренцева моря до Берингова пролива;

организация морских, речных и воздушных сообщений, радиосвязи и научно-исследовательской работы в Советской Арктике; развитие производительных сил и освоение естественных богатств Крайнего Севера, содействие хозяйственному и культурному подъему коренного населения Крайнего Севера и привлечение этого населения к активному участию в социалистическом строительстве.

Было определено, что районом деятельности Главного Управления Северного Морского Пути являются в европейской части Союза ССР острова и моря Ледовитого океана, а в азиатской части Союза ССР – территория севернее



Установка комплексной подготовки газа № 5 Ямбургского месторождения, запущенная в январе 1988 г.  
© ООО Газпром добыча Ямбург

Установка подготовки природного газа Ямбургского месторождения. 2007 г.  
© ОАО Газпром, 2015







62-й параллели. Первым руководителем Главсевморпути был назначен известный ученый, академик АН СССР О. Ю. Шмидт.

На Главсевморпуть возлагалась, в частности, организация геологических работ, поисков и разведки полезных ископаемых, а также организация предприятий по добыче этих ископаемых. Для этой цели в составе Главсевморпути было создано горно-геологическое управление.

В середине 1930-х гг. были организованы поиски нефти в восточных районах Советской Арктики, на севере Сибири. В 1935 г. Нордвикская экспедиция (Т. К. Емельянец) описала поверхностные выходы нефти в Нордвикском районе на берегу моря Лаптевых. В 1936 г. в низовьях Енисея Усть-Енисейская экспедиция Горно-геологического управления (Н. А. Гедройц) обнаружила выходы метанового газа. Работы в этих районах продолжались и в годы Великой Отечественной войны. В 1942 г. в низовьях р. Енисей на Малохетской структуре (скв. № 13-Р) были получены первые притоки газа, а затем нефти. В 1944 г. в скв. № 102-Р был получен приток нефти. В годы войны геологические изыскания в самом центре арктических районов Западной Сибири

Выктульское месторождение. Вверху – буровой мастер Глинский. Внизу – укладка подземных коммуникаций к НТС головных сооружений.  
© ОАО Газпром, 2015



проводил В. Н. Сакс. В 1945 г. он рекомендовал в качестве одного из первоочередных районов поисков месторождений углеводородов низовья р. Надым.

Сразу после окончания Великой Отечественной войны работы по обоснованию перспектив нефтегазоносности Советской Арктики были продолжены. В 1948 г. в Ленинграде был создан Научно-исследовательский институт геологии Арктики (НИИГА), который сыграл выдающуюся роль в изучении геологии и перспектив нефтегазоносности и рудоносности арктических регионов страны. В 1950 г. новосибирским и томским геологам (В. А. Николаев – Горно-геологический институт Западно-Сибирского филиала АН СССР, В. С. Шацкий – Западно-Сибирское геологическое управление и др.) была поручена геологическая съемка на севере Западной Сибири. Это стало началом подготовки крупномасштабных поисков нефти на территории ЯНАО. В середине 50-х гг. XX в. Н. Н. Ростовцев теоретически предсказал, что на севере Западной Сибири будут открыты гигантские месторождения газа.

Штурм нефтегазовых богатств Арктики начался в шестидесятые годы. Геологоразведочными работами в арктических регионах в 60–80-е гг. XX в. руководили блестящие ученые и крупные организаторы науки и геологоразведочного производства А. В. Сидоренко, Е. А. Козловский, Л. И. Ровнин, Н. Н. Ростовцев, Ф. К. Салманов, Ю. Г. Эрвье, И. С. Грамберг, А. Я. Кремс, И. И. Нестеров, В. В. Семенович, А. А. Трофимук, В. В. Федьинский, А. М. Брехунцов, Б. Я. Вассерман, Г. П. Быстров, В. Л. Иванов, М. К. Калинин, Н. Х. Кулахметов, В. Д. Накоряков, В. Т. Подшебякин, Ю. А. Россихин, Д. Б. Тальвирский, Л. К. Теплов, Е. А. Тепляков, А. Ф. Титов, Р. В. Требс, Д. С. Сороков, Ф. З. Хафизов, В. И. Шпильман, Л. Г. Цибулин, А. Г. Юдин и многие другие.

Горжусь, что мне на всех этапах посчастливилось участвовать в этой работе.

В 60–70-е гг. XX в. главные объемы геолого-разведочных работ были сосредоточены в только что открытой гигантской Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. В 1962 г. было открыто первое газовое месторождение в Ямало-Ненецком автономном округе, в арктической части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции – Тазовское. За этим событием последовали открытия новых месторождений: 1964 г. – крупное Новопортовское нефтегазоконденсатное, 1965 г. – крупное Губкинское нефтегазоконденсатное, 1965 г. – уникальное Заполярное газовое, 1966 г. – уникальное Урен-

гойское нефтегазоконденсатное, 1967 г. – уникальное Медвежье газовое, 1968 г. – Арктическое газовое, 1968 г. – Русское нефтяное, 1969 г. – уникальное Ямбургское. До Западной Сибири мир не знал подобных газовых гигантов.

В 70-е гг. прошлого века пришла очередь открытий на полуострове Ямал. В 1971 г. было открыто уникальное газовое месторождение – Бованенковское, в 1974 г. – Харасавейское и Южно-Тамбейское, в 1986 г. – газонефтяное Ростовцевское.

В 80–90-е гг. прошлого века были открыты месторождения нефти и газа на северо-востоке Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, в низовьях Енисея в Красноярском крае – уникальное

Банкорское и крупные Тагульское, Лодочное, Сузунское.

В Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, в Республике Коми были открыты крупные газоконденсатное Вуктыльское (1964), нефтяные – Усинское (1963) и Вазейское (1972) месторождения.

В 1970-е–1980-е годы большая группа крупных месторождений была открыта еще севернее, в Ненецком автономном округе Архангельской области: Харьягинское (1970), Наульское (1979),

Бованенковское гигантское нефтегазоконденсатное месторождение на п-ве Ямал.  
© ОАО Газпром, 2015





Южно-Хыльчуйское (1981), Тобойско-Мядсейское (1984), им. Р. Требса (1987), им. А. Титова (1989) и др. Всего в Ненецком автономном округе открыто 20 крупных и средних месторождений. Наиболее крупные из них Харьягинское, им. Р. Требса, Тобойско-Мядсейское.

В начале 80-х гг. XX в. глубокое поисковое бурение было начато в западном секторе Российской Арктики (Баренцево и Карское моря). Первые скважины были пробурены на арктических островах. И одна из них сразу дала результат. В 1982 г. на острове Колгуев было открыто Песчаноозерное месторождение с залежами нефти и конденсатного газа. Спустя два года, в 1985 г., была начата его опытная эксплуатация.

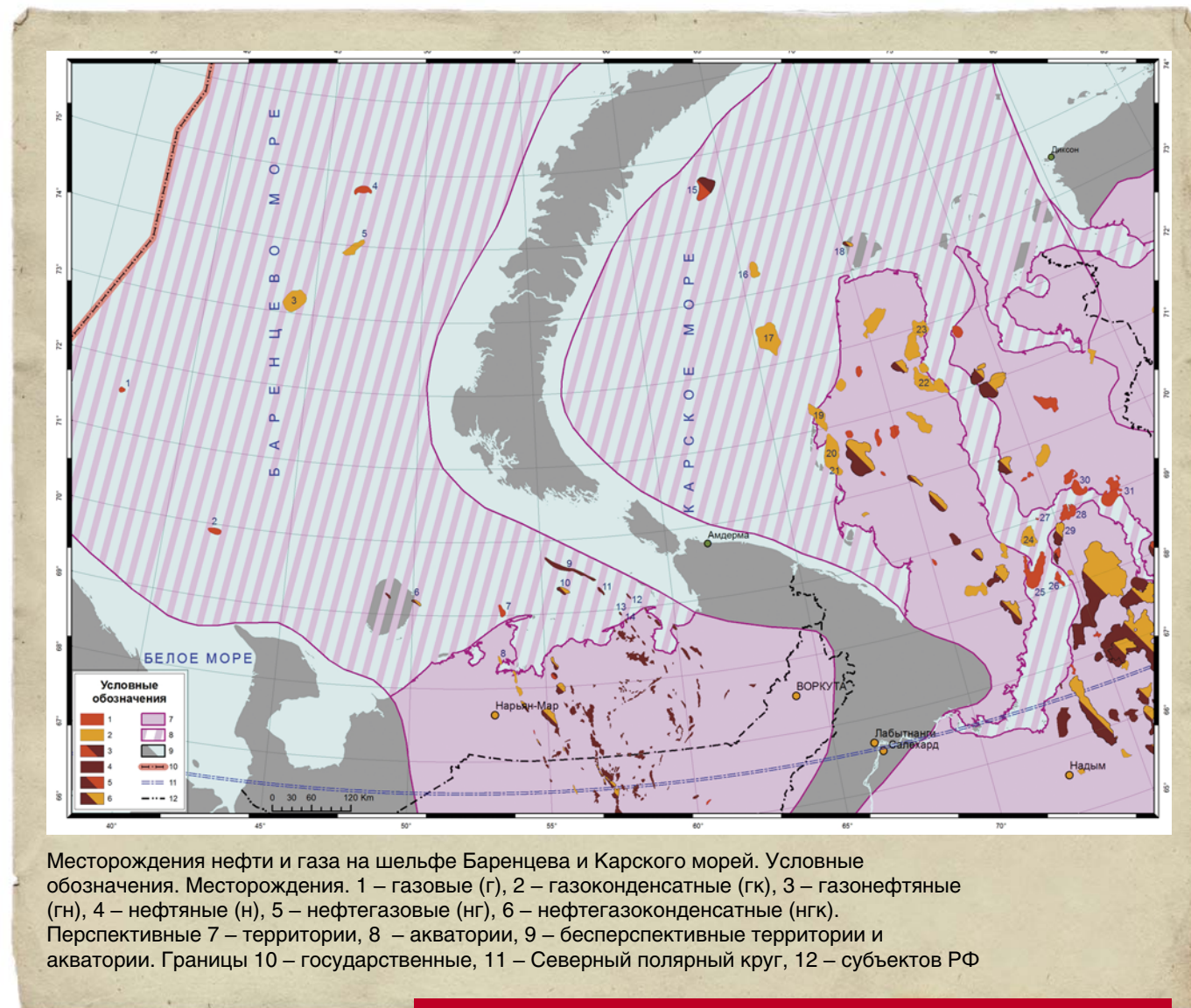
Поисковые работы были продолжены в Баренцевом и Карском морях. Уже к середине восьмидесятых годов было открыто 3 месторождения (Мурманское, Северо-Киль-

динское и Поморское). Во второй половине 80-х гг. было открыто еще четыре месторождения, из них два уникальных газовых (Штокмановское и Русановское) и дванефтяных (Северо-Гуляевское и Приразломное). В 1990-е гг. было открыто еще восемь месторождений, из них одно (Ленинградское) – уникальное и 6 – крупных. Суммарные запасы этих месторождений превышают 10 трлн м<sup>3</sup> газа и 0,5 млрд т нефти. Совсем недавно компания «Роснефть» сообщила об открытии еще одного гиганта в Карском море. Месторождение назвали святым для каждого гражданина России словом «Победа». Сегодня свыше 90% всех запасов газа и свыше 45% запасов нефти на шельфах циркулярного пояса Земли сосредоточено на Российском Западно-Арктическом шельфе морей Северного Ледовитого океана.

В настоящее время север Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (ЯНАО) – крупнейший газодобывающий регион в мире и крупный центр добычи нефти.

Громадные объемы добываемых в Арктике уже более 40 лет нефти и, особенно, газа создают иллюзию, что так было всегда. Мое поколение, поколение создателей этого феномена знают, что за открытиями и разведкой, за освоением этих месторождений, за созданием транспортной инфраструктуры, за созданием техники для открытия, разведки и разработки нефтяных месторождений, за созданием комфортных условий жизни для покорителей недр Российского Севера стояла гигантская, уникальная, не будет преувеличением сказать, героическая работа нескольких

Приразломное месторождение.  
© ОАО Газпром нефть, 2015



Месторождения нефти и газа на шельфе Баренцева и Карского морей. Условные обозначения. Месторождения. 1 – газовые (г), 2 – газоконденсатные (гк), 3 – газонефтяные (гн), 4 – нефтяные (н), 5 – нефтегазовые (нг), 6 – нефтегазоконденсатные (нгк). Перспективные 7 – территории, 8 – акватории, 9 – бесперспективные территории и акватории. Границы 10 – государственные, 11 – Северный полярный круг, 12 – субъектов РФ

поколений ученых Академии наук СССР, вузов страны, отраслевых институтов Министерства геологии СССР, Министерства нефтяной и Министерства газовой промышленности СССР и многих других министерств и ведомств, инженеров, рабочих многих отраслей экономики, врачей, учителей. Решение сверхзадач прогноза, научного обоснования направлений поиска, создания технологий разведки, разработки уникальных газовых месторождений, создания транспортной инфраструктуры, технологий строительства в сложнейших природно-климатических

Список месторождений

№	Месторождение УВ	Тип	№	Месторождение	Тип
1	Северо-Кильдинское	г	16	Русановское	гк
2	Мурманское	г	17	Ленинградское	гк
3	Штокмановское	гк	18	Белоостровское	нгк
4	Лудловское	г	19	Харасавейское	гк
5	Ледовое	гк	20	Крузенштернское	гк
6	Песчаноозерское	нгк	21	Южно-Крузенштернское	г
7	Поморское	г	22	Южно-Тамбейское	гк
8	Коровинское	гк	23	Тасийское	гк
9	Долгинское	н	24	Северо-Каменномысское	гк
10	Северо-Гуляевское	нгк	25	Каменномысское	г
11	Приразломное	н	26	Обское	г
12	Медынское море	н	27	Чугорьяхинское	г
13	Варандей-море-1	н	28	Семаковское	г
14	Варандейское	н	29	Северо-Парусовое	нгк
15	Победы (Университетское)	гн	30	Тота-Яхинское	г
			31	Антипаютинское	г



условиях Арктики было полностью обеспечено отечественной наукой, инженерным корпусом, промышленностью, с использованием отечественной техники и отечественного оборудования. Мировая практика такого опыта и таких результатов работы прогноза, поисков, разведки и разработки газовых месторождений в Арктике в те годы не имела.

После окончания Второй мировой войны, в 1946 г. поиски нефти были начаты также в арктических районах США, на Аляске. Первые небольшие месторождения были открыты на суше на рубеже 1940–1950-х гг.: газа (Барроу) – в 1949 г., нефти (Умиат) – в 1950 г. В 1967 г. регионе было открыто уникальное газонефтяное месторождение Прудхо-Бей, в 1969 г. – крупное – Купарук-Ривер. В 1965 г. было открыто и без разведки законсервировано нефтегазовое месторождение Пойнт Томпсон. Месторождение было разведано только в 1977 г. Оно оказалось гигантским. Его запасы составили: по газу – 3 трлн м<sup>3</sup>, по нефти – 400 млн т. Первое морское месторождение Гвидир-Бей на северном шельфе Аляски открыто в 1969 г. Самые крупные морские месторождения на этом шельфе – Эндикотт (80 млн тонн нефти) и Пойнт МакИнтир (83 млн т нефти и 17 млрд м<sup>3</sup> газа).

Добыча нефти на месторождении Прудхо-Бей была начата в 1977 г., максимальная добыча – 83 млн т была достигнута в 1987 г. Нефть транспортируется по Транс-Аляскинскому нефтепроводу длиной 1290 км в порт Валдиз на юге Аляски. Нефтепровод был сдан в эксплуатацию в 1977 г. Добыча нефти на шельфе началась в 1987 г. на месторождении Эндикотт, в настоящее время разрабатывается 9 месторождений. Накопленная добыча нефти на континентальной и морской частях бассейна на конец 2014 г. составила около 2,5 млрд т.

Добыча газа в арктической части Аляски для местных нужд была начата в 1950 г. Уникальное месторождение газа Пойнт-Томпсон не разрабатывается до настоящего времени. Вопрос о строительстве газопровода также пока не решен.

Приведенные данные показывают, что при несомненных достижениях американских геологов, геофизиков, разработчиков нефтяных месторождений в Арктике сравнивать их с достижениями Советского Союза – России в арктических районах Западно-Сибирской и Тимано-Печорской нефтегазоносных провинций, а также на шельфах Баренцева и Карского морей не приходится.

Россия является лидером по многим направлениям освоения ресурсов углеводородов Арктики. Советский Союз – Россия первой открыла месторождения углеводородов в Арктике, создала уникальные технологии, разведала и начала их разработку, спроектировала и построила гигантские, не имеющие аналогов в мире транспортные системы. Особенно впечатляют достижения нашей страны по освоению уникальных газовых месторождений арктических районов Западной Сибири (Медвежье, Уренгойское, Ямбургское, Заполярное, Бованенковское). Ни США, ни другие арктические страны опыта освоения подобных газовых феноменов не имеют.

В Арктике при поисках, разведке и вводе нефтяных и газовых месторождений в разработку Советский Союз – Россия всегда были первыми, когда опирались на отечественную науку, отечественные технологии, отечественную промышленность, а значит и на отечественные кадры!

Сейчас, в условиях очередного витка антироссийских санкций и «ужаса», который они наводят на некоторых лидеров экономики и бизнеса, на средства массовой



Месторождение «Победа» в Карском море.  
© ОАО «Роснефть», 2015»

информации в нашей стране, мы должны особенно гордиться опытом и подвигами наших предшественников – ученых, педагогов высшей школы, инженеров всех профессий, рабочих и тех ветеранов нефтегазового комплекса, которые продолжают трудиться. Убежден, именно поэтому ОАО «Роснефть» в канун 70-летия завершения Великой Отечественной войны назвала новое месторождение в Карском море «Победа».

## Ресурсы нефти, природного газа и конденсата Российского сектора Арктики

О том, что российская Арктика как на суше, так и в акватории морей Северного Ледовитого океана уникально богата нефтью и газом, сегодня признано во всем мире. Установление этого факта есть результат творчества наших выдающихся ученых – геологов в последние три десятилетия XX в. Крупные исследования по геологии и нефтегазоносности циркумполярного пояса Земли без малого 70 лет проводит ВНИИОкеангеология (ранее НИИГА). Первыми, кто выполнил прогнозы и предсказал уникальные ресурсы нефти и газа на шельфах

арктических морей России, были академики А. А. Трофимук и И. С. Грамберг, научные коллективы, которые они возглавляли, их научные школы.

И. С. Грамберг, в частности, создал стройную концепцию эволюции океанов и нефтегазоносных осадочных бассейнов на их окраинах, которая и сегодня является фундаментальной основой оценки перспектив нефтегазоносности акватории Северного Ледовитого океана. Под его руководством и при его непосредственном участии были выполнены первые оценки ресурсов углеводородов в российском секторе Арктики на суше и на шельфах морей Северного Ледовитого океана.

В последние четверть века ИНГГ им. А. А. Трофимука СО РАН постоянно вел исследования, выполнял обобщения геолого-геофизических материалов по геологии



Территории, акватории	Начальные извлекаемые ресурсы нефти, конденсата, газа попутного и геологические газа свободного				
	Нефть, млрд т	Газ попутный, млрд м <sup>3</sup>	Газ свободный, трлн м <sup>3</sup>	Конденсат, млн т	Всего УУВ, млрд т
Территории	51,2*	2876,0	94,6	1378,0	150,1
Акватории	19,4	52553,8	107,6	6325,2	135,7
Всего	70,6*	5429,8	202,2	7703,2	286,0

Ресурсы УВ территорий и акваторий Российской Арктики.  
\* без ресурсов баженовской свиты

нефти и газа на территории и акваториях Российского сектора Арктики. Исследования проводились всем арсеналом геологических методов – биостратиграфических, литологических, петрофизических, геохимических, нефтегазогеологических – с использованием новейшей аппаратуры. В институте собран уникальный банк геологической и геофизической информации по арктическим территориям и акваториям, выполнен огромный объем аналитических работ, созданы хранилища керна и уникальной коллекции нефтей.

Выполненные исследования позволили ученым РАН (ИНГГ СО РАН, ИПНГ РАН, ИПНГ СО РАН), МГУ, отраслевых институтов и геолого-разведочных организаций МПР России (ВНИИОкеангеология, ВНИГРИ и др.), специалистам ОАО «Газпром», ОАО «Газпром нефть», ОАО «Роснефть», ОАО «Новатэк» построить современные модели геологического строения осадочных бассейнов на всей территории и акваториях Российской Арктики, выполнить и по мере поступления новой информации неоднократно уточнять количественную оценку перспектив нефтегазоносности.

Важно отметить циклы работ академиков И. С. Грамберга, Н. Л. Добрецова, Н. П. Лаверова, В. Е. Хаина, членов-корреспондентов Е. В. Артюшкова, Н. А. Богданова, В. А. Верниковского, Л. И. Лобковского, докторов геолого-минералогических наук Э. В. Шипилова, Н. Ю. Матушкина Д. В. Метелкина и др. по реконструкции геологической истории арктического сектора Земли за последний миллиард лет. Эти работы подводят геодинамическую основу под оценку перспектив нефтегазоносности Арктики, включая акваторию Северного Ледовитого океана. Вместе с тем они будут играть важную роль при обосновании в рамках международного права внешней границы континентального шельфа России в Северном Ледовитом океане.

Сводная оценка перспектив нефтегазоносности территорий и акваторий Российской Арктики, выполненная специалистами ИНГГ СО РАН, ВНИИОкеангеология, ВНИГНИ, ВНИГРИ, МГУ, ИПНГ СО РАН, приведена в таблице. Из таблицы видно, что согласно прогнозу начальные ресурсы нефти арктических территорий выше, чем акваторий. Ресурсы газа территорий и акваторий различаются незначительно. Нужно отдавать себе отчет, что геолого-геофизическая изученность акваторий восточных регионов России еще низкая. Поэтому по мере получения новой информации оценки ресурсов будут уточняться. В частности, нельзя исключать, что оценка ресурсов нефти российского сектора акваторий Северного Ледовитого океана может оказаться существенно выше. В рамках выполненной оценки более половины ресурсов углеводородов акваторий сосредоточено в западной части Российской Арктики, в Баренцевом и Карском морях. В любом случае очевидно, что по ресурсам нефти и газа Циркумполярный арктический бассейн и Российский его сектор в первую очередь сопоставимы с такими уникальными нефтегазоносными бассейнами как бассейн Ближнего Востока и Западно-Сибирский.

### Приоритетные направления работ в Арктике по поискам, разведке и добыче углеводородов

В ближайшие годы российский сектор Арктики будет по-прежнему играть ведущую роль в добыче газа. Его роль в добыче нефти будет возрастать.

По добыче газа главной газовой базой страны, несомненно, останется Ямало-Ненецкий автономный округ. В ЯНАО добыча газа будет смещаться на п-в Ямал (Бованенковское, в перспективе – Харасовейское, группа Тамбейских и др. месторождения). В Надым-Пурском регионе ЯНАО будет расти добыча жирного газа.

В условиях обострения конкуренции между поставщиками газа на Мировые рынки нужно осторожно и с обязательным учетом всех рисков начинать осваивать и вводить в разработку новые газовые регионы.

Добыча нефти в Архангельской области, на севере Западной Сибири, в ЯНАО и Красноярском крае в условиях падающей добычи в «зрелых» регионах должна возрасти. Сырьевая база для этого создана.

В Архангельской области при наличии спроса на нефть и инвестиций она может достигнуть к 2020–2025 гг. 22–25 млн т в год.

В Республике Коми нефтяная компания ОАО «Лукойл» планируют увеличить добычу на старейшем в регионе Ярегском месторождении. Добыча нефти на этом месторождении ведется уже 80 лет и суммарно превысила 20 млн т. В разные годы специалисты компании называют перспективный уровень добычи нефти на месторождении от 2–3 до 5–6 млн т в год. Для транспорта тяжелой вязкой ярегской нефти компании «Транснефть» и «Лукойл» построили первую очередь нефтепровода Ярега – Ухта длиной 38 км. Ее пропускная способность 1 млн т нефти в год. Проходит апробацию новая технология разработки, которая позволит довести коэффициент извлечения нефти до 0,85. На месторождении объем строительства горных выработок в ближайшие 2–3 года увеличится в 1,3 раза, бурения – в 1,2 раза.

В Печорском море компания ОАО «Газпром нефть» ввела в разработку с платформы «Приразломная» одноименное месторождение. В перспективе планируется ввести в разработку Долгинское месторождение.

Выделим три узла роста формирования новых центров добычи нефти на севере Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

Первый должен быть сформирован вдоль трассы нефтепровода «Заполярье – Пурпе» в ЯНАО. Крайне важным является в связи с этим завершение строительства этого нефтепровода, которое эффективно ведет ОАО «Транснефть». Ввод в разработку открытых месторождений, располагающихся вблизи трассы нефтепровода «Заполярье – Пурпе», позволит увеличить добычу нефти в ЯНАО на 40–50 млн т. Необходимо синхронизировать по времени строительство нефтепровода и подготовку к разработке месторождений вдоль его трассы.

Приразломное месторождение. Единственное на сегодняшний день месторождение на арктическом шельфе России, где добыча нефти уже началась.  
© ОАО Газпром, 2015





Особо следует рассмотреть вопрос о добыче, транспорте и переработке тяжелых вязких нефтей из залежей в сеномане (Русское и др. месторождения). Эти нефти могут оказаться прекрасным сырьем для производства арктических масел, дорожных битумов, для бальнеологических целей и др.

Второй узел, также в ЯНАО, должен быть сформирован на базе Новопортовского месторождения. В перспективе, к этому узлу может быть подключено Ростовцевское месторождение.

База третьего узла уже создана. Это введенное в разработку нефтяной компанией «Роснефть» гигантское Ванкорское месторождение на северо-западе Красноярского края. Нужно ускорить завершение разведки и ввод в разработку Тагульского, Сузунского, Лодочного месторождений, расположенных в непосредственной близости от Ванкорского. Тогда этот район будет устойчиво давать долгие годы около 30 млн т нефти в год.

Первоочередной задачей геологоразведочных работ в акватории морей Северного Ледовитого океана должно явиться проведение региональных и организация систематических поисковых работ. В западных регионах арктического шельфа, где объем региональных геофизических работ достаточен, необходимо создать и выполнять программу параметрического бурения.

На шельфах арктических морей Восточной Сибири и Дальнего Востока следует завершить региональные геофизические работы и начинать параметрическое бурение. Эти работы начаты, целенаправленно и последовательно ведет ОАО «Роснефть». В Чукотском море в 2013–2014 гг. проведены грави- и магниторазведка на площади 440 тыс. км<sup>2</sup>. Разработана программа про-

ведения сейсморазведочных работ МОГТ 2D в Восточно-Сибирском море. Программа предусматривает выполнение сейсморазведочных профилей общей длиной 10 тыс. км. В 2014 г. несмотря на сложную ледовую обстановку было выполнено 2 000 км сейсморазведки работ МОГТ 2D. Одновременно вдоль профилей проводятся гравиметрические, магнитометрические и геохимические исследования. Начаты региональные сейсморазведочные работы в море Лаптевых.

В ряде случаев следует проводить разведочные работы и начинать разработку месторождений на арктическом шельфе. В США и Норвегии эта работа уже ведется. Начата она и в России.

Компания «Новатек» ведет разработку крупного Юрхаровского месторождения на Тазовском полуострове с 2003 г. Западная часть месторождения находится на суше, а большая – центральная и восточная части в Тазовской губе. Месторождение разрабатывается с суши горизонтальными скважинами. На месторождении открыты и разведаны 1 газовая, 19 газоконденсатных залежей и 3 нефтегазоконденсатных залежи. В настоящее время годовая добыча на месторождении несколько больше 1 млрд м<sup>3</sup>. К 2016 г. добыча газа на месторождении превысит 6 млрд м<sup>3</sup> в год.

НК «Газпром нефть» начала в 2014 г. разработку в Печорском море Приразломного месторождения и ведет разведку крупного Долгинского нефтяного месторождения. Оно находится в 110 км от материкового берега. Месторождение было открыто в 1999 г. На месторождении выполнен большой объем сейсморазведочных работ – 11 тыс. км сейсморазведки 2D и 1,6 тыс. км<sup>2</sup> сейсморазведки 3D, пробурено три разведочные скважины.

Оператор по добыче газа проводит осмотр оборудования. Бованенковское месторождение. Апрель, 2014  
© ОАО Газпром 2015



В значительных объемах запасы нефти и газа акваторий российского сектора шельфов морей Северного Ледовитого океана понадобятся России для удовлетворения как внутренних потребностей, так и для выполнения международных обязательств по глобальному энергетическому обеспечению во второй половине XXI в. Но готовить ресурсную и технологическую базу для этого нужно начинать уже сейчас. Следует с удовлетворением констатировать, что компании «Роснефть», «Газпром», «Газпром нефть», «Новатэк» эффективно работают по всем этим направлениям.

ОАО «Лукойл» инновационными технологическими решениями дает новую жизнь старейшине нефтяной промышленности в Арктике – Ярегскому месторождению.

### Нужно ли развивать в Арктике переработку углеводородного сырья или Арктику следует оставить только сырьевой базой российской и глобальной энергетики?

Роль Арктики в развитии российской нефтегазохимии.

Располагая в арктических районах Западной Сибири уникальной сырьевой базой для развития нефтегазохимии, Россия не имеет крупных систем сбора и транспорта углеводородных газов C<sub>2</sub>–C<sub>4</sub>, обладает неоптимальными по используемому сырью (нафта вместо углеводородных газов C<sub>2</sub>–C<sub>4</sub>) нефтегазохимическими

производствами, малыми мощностями и ограниченным по конечному сырью их набором и по этой причине значительную часть сырья сжигает, нанося вред окружающей среде и неся огромные экономические потери, а продукцию нефтехимии импортирует. Как тут не вспомнить мудрые слова Д. И. Менделеева: «Нефть не топливо. Топить можно и ассигнациями».

Поскольку в ЯНАО добывается огромное количество жирного газа, а мощности для его переработки и системы транспорта не созданы, то ценнейшее сырье (этан, пропан, бутаны) сжигается. Только в последние годы потери этана, пропана и бутанов составляют 10–11 млн т в год. За последние 10–15 лет сожжено ценнейшее сырье, цена которого на мировых рынках составляет многие десятки и даже сотни миллиардов долларов США. Это национальная трагедия. И это в условиях, когда правительственные структуры и бизнес постоянно говорят о замедлении экономического роста из-за отсутствия инвестиций...

В этой связи мне кажется вполне уместным напомнить слова Президента Российской Федерации в обращении к Федеральному собранию 4 декабря 2014 г.: «...Мы должны понять, что наше развитие зависит прежде всего от нас самих. Мы добьемся успеха, если сами заработаем свое благополучие и процветание, а не будем уповать на удачное стечение обстоятельств или внешнюю конъюнктуру. Если справимся с неорганизованностью и безответственностью, с привычкой “закапывать в бумагах” исполнение принятых решений. Хочу, чтобы все понимали: в нынешних условиях это не просто тормоз на пути развития России, это прямая угроза ее безопасности».



В. С. Сурков, партийный работник, А. А. Трофимук, А. М. Зотеев, Г. С. Фрадкин, А. Э. Конторович Тикси, 1984 г.





Ведущие сибирские геологи на Оленекском месторождении битумов. Арктика, Якутия, 1984. Слева направо: академик А. А. Трофимук, чл.-кор. И. И. Нестеров, А. М. Зотеев, Г. С. Фрадкин, академик В. С. Сурков, В. Ф. Горбачев, академик А. Э. Конторович, чл.-кор. А. Ф. Сафронов, С. С. Шатов

ИНГТ им. А. А. Трофимука СО РАН неоднократно ставил эти вопросы за последние 15–20 лет, но не был услышан ни государственными структурами, ни бизнесом ...

Необходимо в кратчайшие сроки:

- законодательно запретить добычу жирного газа в ЯНАО при отсутствии мощностей для его переработки и транспорта продуктов переработки;
- создать в ЯНАО производственные мощности для переработки 150–180 млрд м<sup>3</sup> жирного газа в год;
- запретить, подобно тому как это делается по многим видам сырья в США, экспорт углеводородных газов C<sub>2</sub>–C<sub>4</sub>;
- создать систему транспорта продуктов переработки жирного газа (ШФЛУ, этан, пропан-бутановая фракция) в районы с развитой нефтегазохимией, в Башкортостан, Татарстан и, возможно, на северо-запад России;
- резко увеличить мощности пиролизных производств в районах развития нефтегазохимии;
- завершить строительство Новоуренгойского газохимического комплекса, приступить к проектированию и реализации второй очереди комплекса;
- коренным образом переработать и актуализировать общую программу развития нефтегазохимии.

Опыт крупнейших газодобывающих регионов (США, Канада, Катар, Иран, Саудовская Аравия и др.) пока-

зывает целесообразность приближения предприятий по переработке газа и нефтегазохимических производств к местам добычи сырья. Необходимо предусмотреть и последовательно реализовать диверсификацию экономики ЯНАО в этом направлении.

Точно также целесообразно на месте организовать переработку тяжелых вязких нефтей.

Создается впечатление, что в принимающих решения структурах государства и бизнеса по-прежнему преобладает сформулированная в «лихие» 90-е гг. некоторыми плохо знающими жизнь «экономистами» идея, что в Арктике ни жить, ни работать нельзя, и развивать там производство не нужно. Жизнь идет по другим сценариям. Достаточно сравнить демографические показатели ЯНАО и средней полосы России...

Россия имеет все возможности, опираясь на имеющееся в ЯНАО сырье, стать крупнейшим производителем нефтегазохимической продукции и устойчиво поставлять ее на внутренний и в перспективе на внешние рынки. Это и есть прямой путь к росту ВВП, одно из главных направлений преодоления стагнации нашей экономики, ухода от сырьевой экономики к экономике инновационной. Государство должно направлять инвестиции не в банки, а в реальный сектор экономики, в развитие нефтегазохимии, в частности. Еще раз повторю золотые слова В. В. Путина: «Мы должны понять, что наше развитие зависит, прежде всего, от нас самих. Мы добьемся успеха, если сами заработаем свое благополучие и процветание»!

Восхищает, что Китай, импортируя сырье, такие производства развивает, не жалеет для этого инвестиций и вышел по производству продукции нефтегазохимии на второе место в мире. Коммунисты в Китае, шейхи

на Ближнем Востоке понимают, как, опираясь на уникальное сырье, диверсифицировать сырьевую экономику в инновационную... Почему же лидеры нашей экономики этого не понимают?! Огорчает и возмущает, что Россия в избытке, располагая таким сырьем, его сжигает, а в перспективе предполагает не перерабатывать, а экспортировать (проект «Хорда»). За державу обидно! Так продолжаться не может!

Создание технологий нового поколения, оборудования, катализаторов для нефтегазохимии – это прямая задача и даже вызов для РАН и ее правопреемника – ФАНО!

## Развитие систем транспорта. Северный Морской путь как основа логистики углеводородного сырья в Российском секторе Арктики

В связи с развитием экономики арктических регионов России в полный рост встает проблема развития систем транспорта. В этой связи важное значение имеет восстановление средств коммуникации, утраченных

в 90-е гг. прошлого века и первые годы XXI в. В районах с развитой экономикой, какими все больше становится Архангельская область, Республика Коми, ЯНАО, северо-запад Красноярского края следует разработать государственную программу и последовательно развивать автодорожное и железнодорожное строительство.

Главным направлением развития транспортной системы Арктики должно стать крупномасштабное освоение Северного морского пути, строительство по всей его трассе портов и причалов.

Наиболее продвинутые нефтегазовые компании уже идут по этому пути. Так, ОАО НК «Лукойл» транспортирует нефть, добываемую в Архангельской области, через терминалы Варандей и Восточно-Колгуевский.

Компания «Газпром нефть» планирует транспортировать нефть, добываемую на Новопортовском месторождении, в Европу морским путем через терминал, который будет построен к концу 2015 г. в Обской губе на мысе Каменный. От месторождения до терминала будет построен нефтепровод длиной 100 км. Мощность транспортного комплекса составит 8,5 млн тонн нефти в год.

Морем будет транспортироваться нефть и с месторождения «Приразломное» в Печорском море.



Первый в мире атомный ледокол «Ленин»



Наиболее крупный проект реализует нефтяная компания «Новатэк». Для транспорта газа и конденсата с Южно-Тамбейского месторождения компания строит на берегу Обской губы завод по сжижению газа «Ямал СПГ» и порт Сабетта. Планируется через этот порт организовать транспортировку газа, нефти и газового конденсата по Северному морскому пути в страны Западной Европы, Северной и Южной Америки и в Азиатско-Тихоокеанский регион. Согласно проекту сроки строительства 2012–2017 г. В районе завода и морского порта строится также арктический аэропорт международного класса. Он будет принимать самолеты всех типов, включая тяжелые транспортные самолеты.

Проектируется, что в Сабетту придет и железная дорога!

По Северному морскому пути можно будет осуществлять транспорт углеводородов из низовьев Енисея через порт Дудинка, а также из районов в низовьях р. Лена через Тикси.

Необходима государственная программа развития Северного морского пути, создания портовой инфраструктуры, создания ледокольного флота России нового поколения.

## Этапы освоения уникальных ресурсов углеводородного сырья на акваториях Северного Ледовитого океана

В российских и зарубежных средствах массовой информации раздаются голоса, предлагающие заморозить работы на российских шельфах морей Северного Ледовитого океана. При этом называют ряд причин.

Первая. Россия обеспечена ресурсами углеводородов. Зачем в этих условиях вкладывать деньги в Арктику?

Вторая. Говорят, что оценки ресурсов газа и особенно нефти в Арктике резко преувеличены, называют их эйфорией, призывают не верить, что арктический шельф России способен обеспечить в долгосрочной перспективе проблемы обеспечения страны углеводородами. Напомню: точно так же и примерно теми же словами дискредитировали в 1950-е и даже в 1970-е гг. и западно-сибирский проект...

Третья. Говорят о санкциях об отсутствии в связи с санкциями источников финансирования и об отсутствии у России технологий для выполнения буровых работ и транспорта углеводородов на шельфах Арктики, об уходе из арктических проектов западно-европейских и американских компаний.

Думаю, что все это говорят люди, плохо знающие историю и практику освоения новых нефтегазоносных провинций.

Напомню хорошо известные истины: подготовка освоения новых нефтегазоносных провинция длится многие годы, десятилетия. Поиски нефти в Западной Сибири начали в 1930-е гг., возобновили после Великой Отечественной войны, а добыча нефти была организована только в середине 1960-х гг., арктического газа – в начале 1970-х гг. Северный Ледовитый океан сложнее для освоения и времени потребует больше. Не начнем своевременно, не подготовим инфраструктуру, не создадим необходимые технологии и оборудование, не будет готовы осваивать, когда для этого придет время. Практика показывает, что фактор времени в постсоветской России мы учитываем плохо, а прогнозные экономические оценки не реализуем...

После Великой Отечественной войны страна нашла средства для восстановления народного хозяйства и одновременно для поисков и разведки месторождений нефти и газа во многих регионах, для поисков алмазов, для реализации атомного и космического проектов, для строительства гидроэлектростанций и пр. Неужели сейчас обстановка сложнее, а наша экономика слабее, чем в 1945–1948 гг.?

Санкции против нашей страны были всегда...

Оборудования и технологий для поисков, разведки и добычи нефти и газа в условиях развития многолетних льдов нет ни у кого... Эти технологии нужно создавать. И это должны делать мы – ученые и инженеры. Это не исключает возможности взаимодействия с другими странами... Взаимодействия, а не зависимости...

Выше было показано, что с 30-х гг. XX в. Советский Союз – Россия были пионерами в освоении Арктики и ее минерального сырья. Можно продолжить перечисление ярких примеров, показывающих возможности российской науки и российской промышленности.

**Пример 1.** Убедительным доказательством нашего потенциала и наших возможностей создавать новые прорывные технологии для освоения Арктики является единственный в мире атомный ледокольный флот России. Напомню историю этого блистательного проекта. Решение о строительстве первого в мире атомного ледокола «Ленин» было принято Советом министров СССР по предложению академиков И. В. Курчатова и А. П. Александрова 20 ноября 1953. Проект атомохода «Ленин» был разработан в ЦКБ-15 (ныне «Айсберг») в 1953–1955 гг. Главным конструктором проекта был назначен В. И. Неганов, руководителем проекта атомной установки – И. И. Африкантов. научным руководителем проекта академик А. П. Александров. Для корпуса ледокола в институте «Прометей» были разработаны специальные марки стали. Строительство ледокола «Ленин» было завершено в 1959 г. От решения до завершения – 6 лет!

На основании опыта строительства и эксплуатации ледокола «Ленин» были в дальнейшем созданы ледоколы



Приразломное месторождение. Печорское море, апрель 2014. © ОАО Газпром нефть, 2015

«Арктика» (1975), «Сибирь» (1978), «Россия» (1985), «Севморпуть» (1988), «Советский Союз» (1989), «Таймыр» (1989), «Вайгач» (1990), «Ямал» (1993), «50 лет Победы» (2007). Атомный ледокольный флот незаменим при освоении зон Арктики с круглогодичным ледовым покрытием и при освоении и круглогодичном использовании Северного морского пути. Большая часть кораблей атомного ледокольного флота была построена на Балтийском заводе в Ленинграде.

**Пример 2.** Не менее убедительным, но более современным доказательством технологических возможностей России является создание морской ледостойкой стационарной нефтедобывающей платформы (МЛСП) «Приразломная», построенной ОАО «ПО Севмаш».

Платформа создана специально для разработки нефтяных месторождений. На ней можно осуществлять все необходимые технологические операции:

- бурение добывающих и нагнетательных скважин;
- добычу нефти, попутного газа, закачка воды в пласт;
- подготовку добытой нефти и газа;
- временное хранение товарной нефти;
- отгрузку товарной нефти на челночные танкеры.

В соответствии с условиями работы на шельфах арктических морей платформа «Приразломная» позволяет

вести добычу углеводородов на арктическом шельфе со стационарной платформы в сложных условиях дрейфующих ледовых полей. Платформа рассчитана на эксплуатацию в экстремальных природно-климатических условиях, отвечает самым жестким требованиям безопасности и способна выдержать максимальные ледовые нагрузки. В элементах конструкции платформы, защищающих ее от воздействия волн и движущихся льдов, низких температур, высокой влажности были использованы специальные стали, сплавы, лакокрасочные покрытия, системы катодной и анодной защиты.

Платформа оснащена системами, которые гарантируют безопасные условия выполнения производственных процессов, труда и отдыха обслуживающих ее инженеров и рабочих. Имеются средства спасения людей, находящихся на платформе.

Платформа полностью обеспечивает экологически надежное ведение работ. Предусмотрено, что все промышленные и бытовые отходы складываются в специальных емкостях и перевозятся на берег для утилизации в соответствии с действующими экологическими требованиями.

Платформа может продолжительное время вести работу в автономном режиме, обеспечивает круглогодичную эксплуатацию.



Это первая такая платформа в мире!

Создание МЛСП «Приразломная» – огромная задача ОАО «Газпром», ОАО «Севмаш» и академика Е. П. Велихова как инициатора проекта.

**Пример 3.** ОАО «Лукойл» на Ярегском месторождении впервые в мире реализовало проект встречного термогравитационного дренирования пласта, что позволит увеличить нефтеотдачу на Ярегском месторождении тяжелых нефтей до 70–85%.

Яркие примеры инноваций, разработки и внедрения новых технологий демонстрируют ОАО «Новатэк» и «Газпром нефть» на Ямале.

Число таких примеров нужно увеличивать, но не в виде иллюстраций, а в форме новых завершенных проектов.

Как уже было отмечено выше, по-крупному ресурсы углеводородов Арктики понадобятся и России, и всему человечеству во второй половине XXI в.

Полагаю, что необходима следующая последовательность работ.

2015–2030 гг. Продолжение работ на суше. Региональные работы на шельфах морей Северного Ледовитого океана. Выбор первоочередных объектов. Поисковые работы в районах, где имеющиеся технологии и оборудование это позволяют.

Необходимо выполнить крупномасштабные научные исследования, направленные на создание оборудования и технологий поисков, разведки и разработки месторождений углеводородов на шельфах арктических морей, в зонах круглогодичных льдов и пр. Понятно, что это оборудование и технологии должны удовлетворять самым высоким экологическим требованиям. Необходимо подготовить и реализовать, убежден – это задача РАН, развернутую программу таких работ.

2030–2040 гг. Апробация и доведение до необходимого уровня оборудования и технологий поисков, разведки и разработки месторождений углеводородов в зонах круглогодичных льдов и пр. Организация поисковых работ в первоочередных зонах.

2040–2050 гг. Создание сырьевых баз новых центров добычи, подготовки и транспорта нефти и газа. Развитие необходимой инфраструктуры.

Если замедлим реализацию хоть одного из этапов, ...проиграем Арктику. А с ней можем проиграть и национальную безопасность...

Полностью согласен с В. В. Путиным (Обращение к Федеральному собранию 4 декабря 2014 г.): «Вперед время сложное, напряженное, и многое зависит от каждого из нас на своем рабочем месте. Так называемые санкции и внешние ограничения – это стимул для более эффективного, ускоренного достижения поставленных целей. Нам многое нужно сделать. Создать новые технологии и конкурентную продукцию. Сформировать дополнительный запас прочности в промышленности,

в финансовой системе, в подготовке современных кадров. Для этого у нас есть емкий внутренний рынок и природные ресурсы, капиталы и научные заделы. Есть талантливые, умные, трудолюбивые люди, способные быстро учиться новому».

**С**о времени первопроходцев Арктики хорошо известно, что она покоряется только сильным людям, имеющим цель и идущим к ней, несмотря ни на что и вопреки всему. В течение большей части XX в. наша страна была пионером и бесспорным лидером освоения Арктики. Так должно быть и впредь! Я не верю, что 25 лет, в течение которых российская экономика развивалась по схеме «право-либеральных» реформаторов, в соответствии с которой все, включая мозги, можно купить на нефтедоллары, окончательно разрушили лучшие качества российской нации, ее креативность.

#### Литература

*Большая нефть Тимано-Печоры / Н.Н. Герасимов, Н.В. Мельникова, А.А.Иевлев, Н.Н.Тимонина. Редактор – составитель Н.В.Мельникова. Сыктывкар. 2009. 384 с.*

*Грамберг И.С., Супруненко О.И., Шипелькевич Ю.В. Штокмановско-Луинская мегаседловина – высокоперспективный тип структур Баренцево-Карской плиты // Геология нефти и газа. 2001. № 1. С. 10–16*

*Arctic petroleum geology. Edited by A. M. Spencer, A. F. Embry, D. L. Gautier, A. V. Stoupakova, K. Sorensen / Geological Society Memoir N. 35. 2011. Published by the Geological Society, London. 818 pp.*

*Конторович А.Э., Эпов М.И., Буриштейн Л.М. и др. Геология, ресурсы углеводородов шельфов арктических морей России и перспективы их освоения // Геология и геофизика. 2010. Т. 51, № 1. С. 7–17.*

*Грамберг И.С., Кулаков Ю.Н., Погребницкий Ю.Е. и др. Арктический нефтегазоносный супербассейн // Нефтегазоносность Мирового океана. Л., 1984. С. 7–21.*

*Конторович А.Э., Суслов В.И., Брехунцов и др. Стратегия социально-экономического развития Ямало-Ненецкого автономного округа // Регион: экономика и социология. 2003. № 3. С. 3–38.*

*Лаверов Н.П., Дмитриевский А.Н., Богоявленский В.И. Фундаментальные аспекты освоения нефтегазовых ресурсов Арктического шельфа России // Арктика: экология и экономика. 2011. №1. С. 26–37.*



Приразломное месторождение.  
© ОАО Газпром нефть, 2015





# ОТ АРКТИДЫ — К СОВРЕМЕННОЙ АРКТИКЕ

В. А. ВЕРНИКОВСКИЙ

## Северный Ледовитый океан глазами геолога

«Северный океан есть пространное поле, где усугубиться может российская слава, соединенная с беспримерной пользой...».  
М. В. Ломоносов

Северный Ледовитый океан является самым молодым океаном Земли и самым небольшим – около 15 млн км<sup>2</sup>. Его главной особенностью является то, что большую часть дна океана занимают шельф (более 45%) и подводные континентальные окраины. Повышенный интерес к Северному Ледовитому океану объясняется, прежде всего, геополитическими аспектами и проблемами, связанными с минеральными ресурсами арктических шельфов, а также с экологией, климатом, вечной мерзлотой. Решение этих проблем связано с нашими знаниями о геологическом строении основания Северного Ледовитого океана, в том числе о строении арктических осадочных бассейнов в связи с их нефтегазоносностью. Геологические знания позволяют также понять соотношение континентальных окраин, включая шельфы, с различными структурами, характеризующимися континентальным строением земной коры, но находящимися в настоящее время на значительном удалении от континентов, что, безусловно, необходимо при решении задачи установления внешней границы континентального шельфа для России и других арктических государств



ВЕРНИКОВСКИЙ Валерий Арнольдович – член-корреспондент РАН, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий лабораторией геодинамики и палеомагнетизма Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН (Новосибирск), декан и заведующий кафедрой общей и региональной геологии геолого-геофизического факультета Новосибирского государственного университета. Лауреат премии В. А. Обручева (2008). Автор и соавтор свыше 280 научных работ, в том числе 5 монографий

**ключевые слова:** Арктика, Северный Ледовитый океан, геология Арктики, Арктида, палеогеодинамические реконструкции, континентальный шельф, хребт Ломоносова, поднятие Менделеева.

**Key words:** The Arctic, the Arctic Ocean, Geology of the Arctic, Arktida, paleogeodynamic reconstruction, continental shelf, Lomonosov Ridge, Mendeleev Rise

© В. А. Верниковский, 2015



### ТРИ ТЫСЯЧИ КИЛОМЕТРОВ ПО ТАЙМЫРУ

«Есть заветные места на краю планеты...»  
Л. Григ

Автор этой статьи знаком с Арктикой не понаслышке. Впервые он попал на полуостров Челюскина, еще будучи студентом, в 1974 г. для прохождения летней производственной практики, и свои первые уроки в арктической геологии получил в маршрутах на берегах Карского моря и моря Лаптевых под руководством кандидатов геолого-минералогических наук И. Д. и А. И. Забияки. Многие о геологии Арктики ему удалось узнать из лекций известного полярного геолога, профессора Л. В. Махлаева. А затем ему, по его собственным словам, посчастливилось в течение четырех десятилетий заниматься геологическими исследованиями в этом одном из самых суровых и малонаселенных уголков нашей планеты.

За первой студенческой практикой последовали почти ежегодные арктические экспедиции, сначала в качестве молодого специалиста, позже – кандидата и доктора наук. Первая диссертация В. А. Верниковского, подготовленная под руководством известного геолога Н. Л. Добрецова, касалась роли метаморфизма в золотом оруденении Северо-Восточного Таймыра, а вторая была посвящена уже геодинамической эволюции всего Таймыра и его связи с другими древними блоками Арктики. На эти работы обратили внимание выдаю-

щиеся ученые, знатоки геологии Арктики: В. Е. Хаин, Н. А. Богданов, Л. П. Зоненшайн, Л. М. Натапов, что привело в дальнейшем к разработке и опубликованию совместных геолого-тектонических карт Арктики и научных статей.

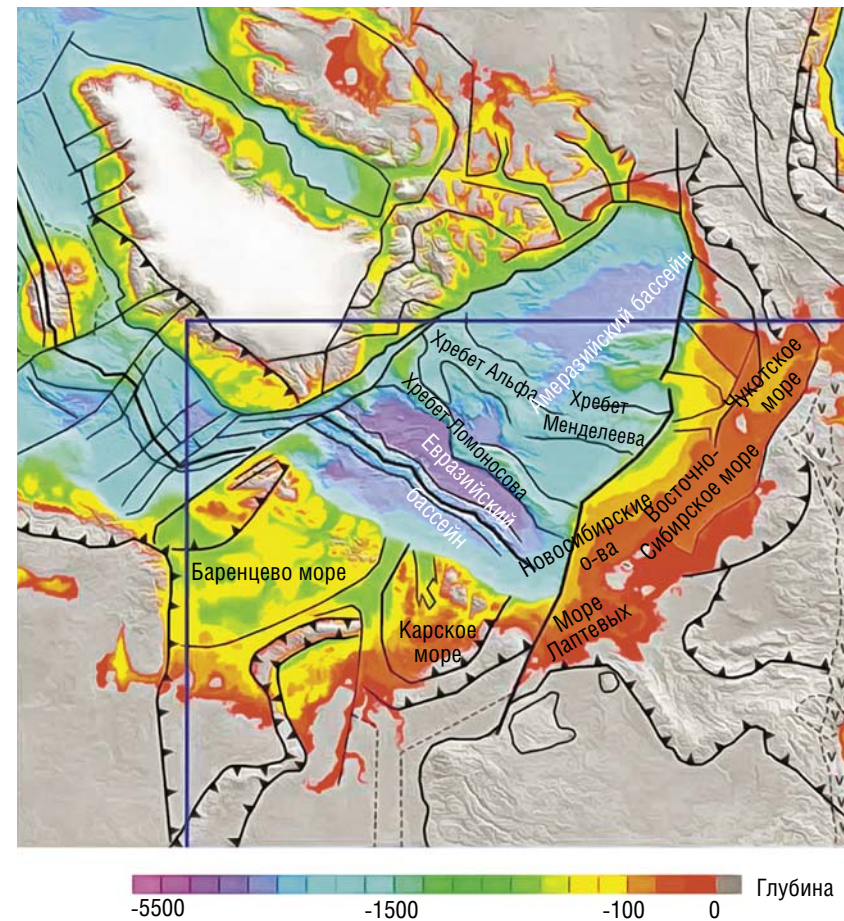
Жизнь, проведенная им вместе с коллегами в брезентовых палатках рядом с вечными снежниками, суммарно исчисляется годами, а задокументированные пешие маршруты на одном только Таймыре превысили 3 тыс. км! Транспорт в те годы был простым, не очень быстрым, но надежным. Перемещаться по таймырской тундре геологам помогали вездеходы, а для сплава по рекам и работе по берегам озер использовали надувные лодки. И лишь в конце 1990-х гг. в международных экспедициях, в которых принимало участие уже несколько десятков исследователей из разных стран, стали использоваться вертолеты. В последние годы геологи в Арктике уже используют не только вертолеты, но и суда ледокольного типа и даже подводные лодки! У геологов появились совершенно другие технические возможности, принципиально новые методы и технологии анализа данных. И лишь сама Арктика – незабываемая страна контрастов – осталась прежней...

Перемещаться по таймырской тундре геологам помогали вездеходы: сначала ГАЗ-47, а затем ГАЗ-71.  
Фото из архива автора



В.А. Верниковский в полевом лагере на р. Ленинградской. Таймыр, 1981

Геология Арктики и ее холодного «сердца» – Северного Ледовитого океана, издавна привлекала к себе внимание отечественных ученых. Накопленные за последние десятилетия геолого-геофизические знания и применение современных аналитических технологий, результатом которых стало создание новых геологических и тектонических карт, геодинамических моделей, палеотектонических реконструкций, позволили существенно продвинуться в познании геологии и истории формирования этого региона.



Создание и развитие в Новосибирске палеомагнитного центра с криогенным магнитометром резко усилило работы, связанные с палеотектоническими реконструкциями и геодинамическими моделями. У нас появилась возможность определять ориентировку древней естественной остаточной намагниченности горных пород, положение их палеомагнитных полюсов и, зная возраст этих пород, устанавливать взаимное расположение континетов и отдельных террейнов (достаточно крупных блоков земной коры, ограниченных разломами).

В частности, работы на архипелаге Северная Земля впервые подтвердили тектонические и геодинамические реконструкции, выполненные на геолого-структурных и геохронологических данных (Вер-

никовский, 1996), палеомагнитными данными, показав кинематику движения Карского микроконтинента и его столкновение (коллизию) с Сибирским палеоконтинентом (Metelkin *et al.*, 2005).

Сегодня мы можем утверждать, что Северный Ледовитый океан постоянно менялся в размерах, и это относится как к конфигурации окружающих его палеоконтинентов, так и к его географической позиции на глобусе. Так, в силуре-девоне (430–400 млн лет назад) океанское пространство между Балтикой (Восточно-Европейская платформа), Лаврентией (Северная Америка) и Сибирью очень напоминало по своей конфигурации современные очертания Северного Ледовитого океана, однако находилось оно на экваторе! Теперь стано-

Северный Ледовитый океан – самый молодой, и самый маленький (около 15 млн км<sup>2</sup>) по размерам и самый мелководный океан Земли. Большую часть его дна занимают шельф (свыше 50%) и подводные окраины материков. Здесь и далее рельефная основа IBCAO (International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean) Version 2.23 (<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/bathymetry/arctic/>)

вится совершенно понятно, почему мы обнаружили на о. Котельном (Новосибирские острова, 76° с. ш.) теплолюбивые раннесилурийские кораллы, которые образовались 430 млн лет назад в условиях, близких к тем, что сегодня характерны для австралийского Большого барьерного рифа!

### В поисках Арктиды

Многие исследователи геологических структур Арктики пришли к выводу о существовании древнего докембрийского континента, который все чаще называют Арктидой (Зоненшайн, Натапов 1987). В результате рифтогенеза этот палеоконтинент распался, а его отдельные плиты и террейны либо оказались перекрытыми осадками континентальных окраин и океана, либо были включены в складчатые пояса по периферии океана (на Таймыре, Чукотке, Аляске и т. д.). Одним из фрагментов палеоконтинента является и вышеупомянутый Карский микроконтинент.

Для разработки более детальных кинематических моделей и палеотектонических реконструкций необходим банк палеомагнитных дан-





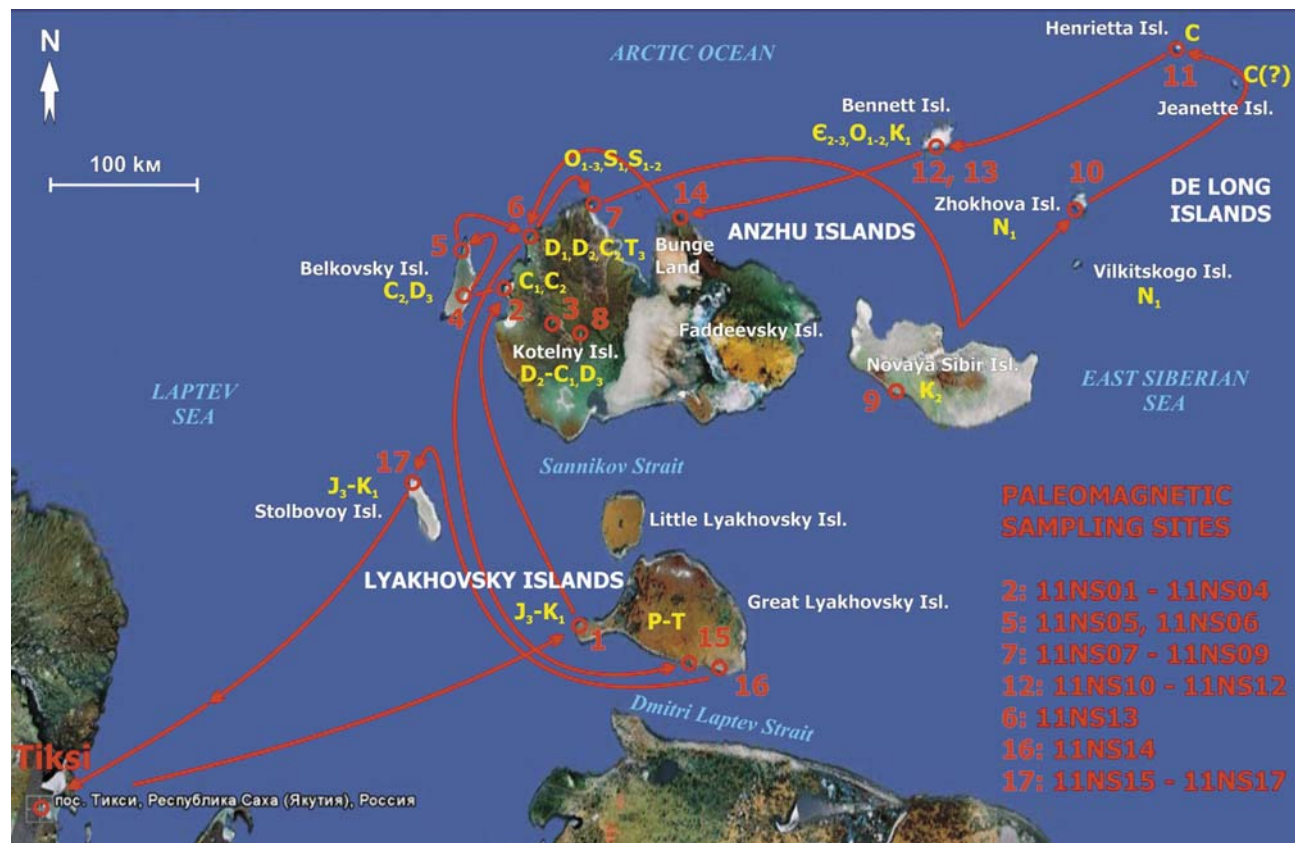
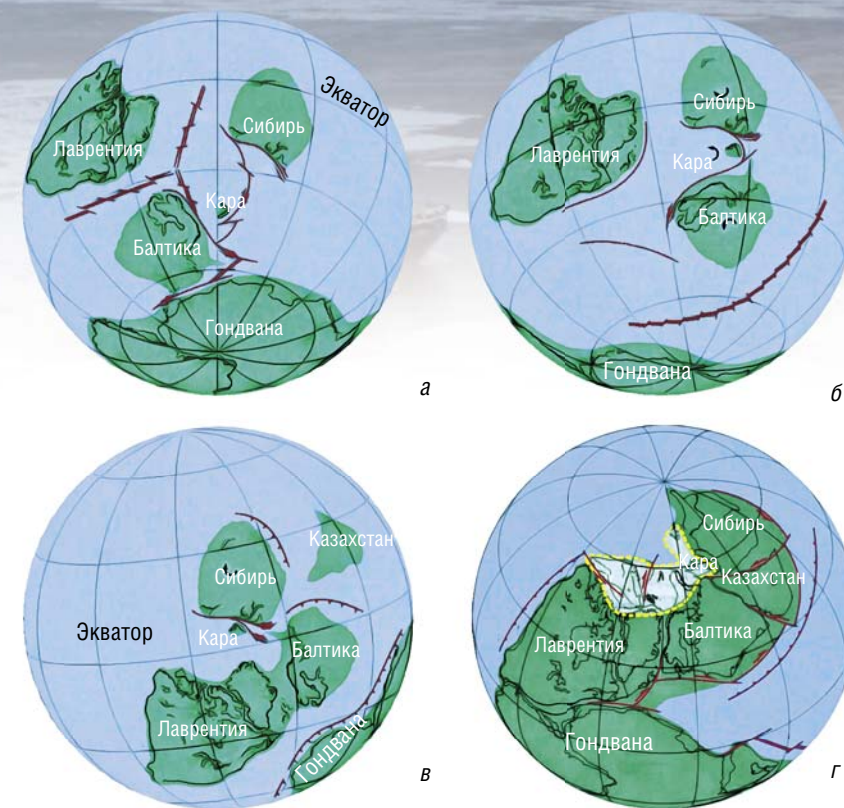


Схема маршрута дизель-электрохода «Михаил Сомов» (экспедиция 2011) с пунктами остановок для геологического исследования и отбора ориентированных образцов

Палеомагнитные данные, полученные в ходе экспедиций на архипелаг Северная Земля, подтвердили палеогеографические реконструкции перемещения Карского микроконтинента относительно других палеоконтинентов в палеозое: а – кембрий-ордовик (510–480 млн лет назад); б – поздний ордовик (465–440 млн лет назад); в – силур-девон (430–400 млн лет назад); г – пермь (280–260 млн лет назад).

ных для всего арктического региона. В последние годы сотрудникам Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН (Новосибирск) и Новосибирского государственного университета удалось получить новые палеомагнитные и геохронологические данные для магматических и осадочных пород архипелагов Северной и Новой Земли, Земли Франца-Иосифа, Де-Лонга, Новосибирских островов, полуострова Таймыр и прилегающих регионов. Эти данные были получены, в частности, в ходе уникальных международных экспедиций, организованных в 2011 и 2013 гг. Всероссийским научно-исследовательским геологическим институтом им. А. П. Карпинского (Санкт-Петербург) с использованием дизель-электрохода «Михаил Сомов», на котором базировался вертолет Ми-8. На архипелаге Новосибирских островов, включая архипелаг Де-Лонга, были успешно проведены комплексные геолого-геофизические исследования.

Уникальные находки на о. Котельный (Новосибирские острова) – раннесилурийские кораллы, жившие там около 400 млн лет назад, служат палеонтологическим свидетельством движения континентов в геологической истории Земли (справа)

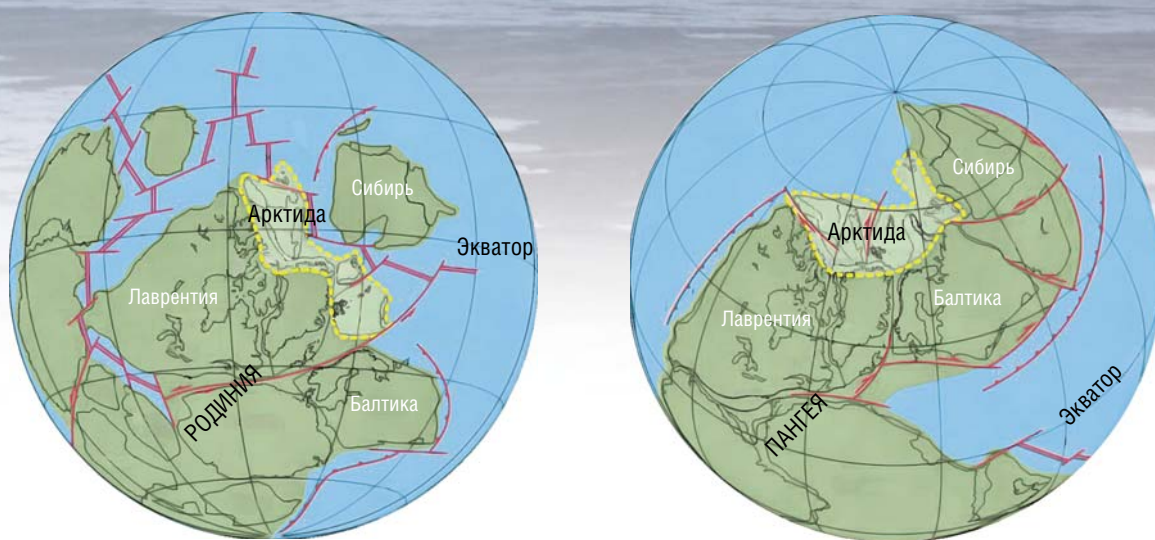


Палеомагнитные данные, впервые полученные для этого региона группой из лаборатории геодинамики и палеомагнетизма ИНГГ СО РАН, дают основания утверждать, что породы, его слагающие, формировались на едином докембрийском фундаменте в пределах Новосибирского террейна по меньшей мере с раннего ордовика (раннего палеозоя) (Верниковский и др., 2013). Используя эти данные совместно

с данными по ключевым палеополюсам для континентальных плит, обрамляющих Арктический океан – Лаврентии (Северная Америка), Балтики (Восточная Европа) и Сибири, удалось выполнить плитотектонические реконструкции, отражающие положение континентов и террейнов палеоконтинента Арктиды от позднего докембрия до позднего палеозоя – от 950 до 250 млн лет. На рисунке показаны





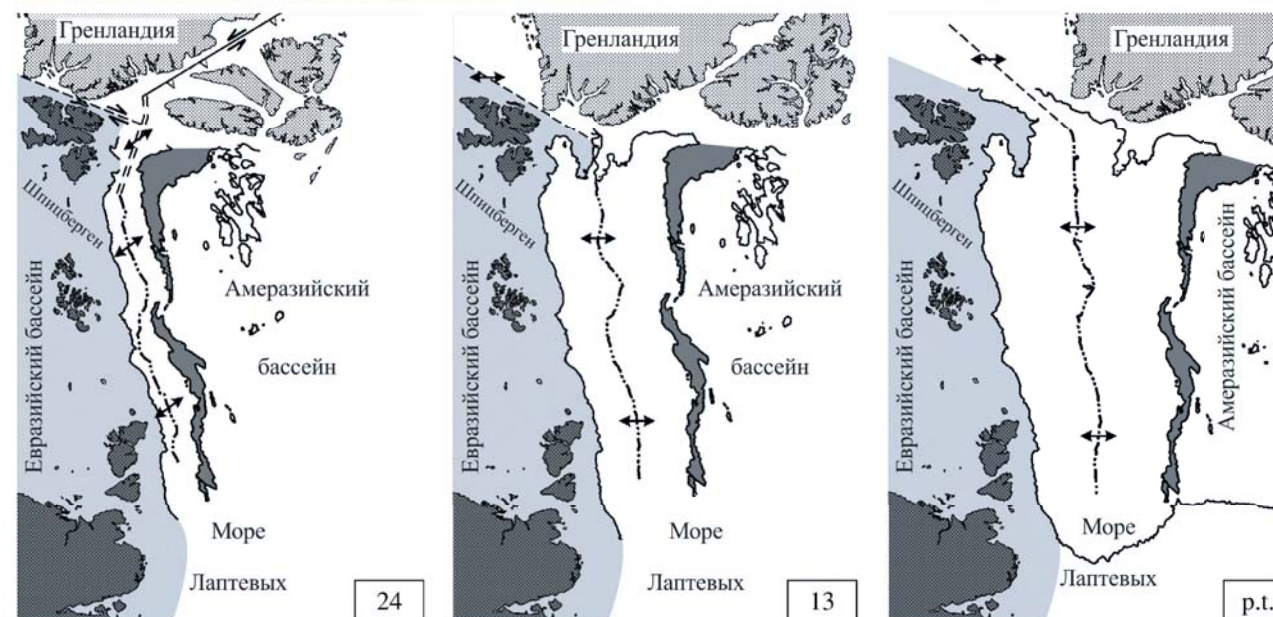


За 700 млн лет Арктида, первоначально входившая в состав суперконтинента Родинии (950 млн назад; а), а затем в суперконтинент Пангею (250 млн лет назад; б), изменила свою конфигурацию и широтное положение, но сохранила общее расположение между палеоконтинентами Лаврентией, Балтикой и Сибирью.  
По: (Metelkin et al., 2015)

Изучение разреза и отбор проб участниками экспедиции на о. Беннетта (архипелаг Де-Лонга).  
Фото автора

лишь 2 из 14 реконструкций, соответствующие конфигурации блоков Арктиды 950 и 250 млн лет назад. От суперконтинента Родинии до суперконтинента Пангеи Арктида изменила свою конфигурацию, широтное положение из приэкваториальной области к приполярной, но сохранила при этом свое общее расположение между Лаврентией, Балтикой и Сибирью.

Таким образом, с формированием 250 млн лет назад Арктиды II и суперконтинента Пангеи завершились основные процессы континентальной аккреции в Арктике. За ними последовал юрско-меловой рифтогенез. Именно на этом этапе и началось формирование современной континентальной окраины Евразии. Сначала от Северо-Американского кратона оторвалась Чукотско-Североаляскинская микроплита, что привело к формированию Канадской котловины Северного Ледовитого океана 140–120 млн лет назад, закрытию Южно-Аннуйского палеоокеана и формированию складчато-надвиговых поясов, протянувшихся от Новосибирских островов через Чукотку к хребту Брукса на Аляске. Одновременно с этим прекращается спрединг в Канадском бассейне, и начинается продвижение спрединговых центров из Атлантики в Арктику. При этом сначала от Баренцево-Карской континентальной окраины были отделены блоки поднятия Альфа-Менделеева, а затем – в результате перескока спрединговой зоны и раскрытия



Евразийского бассейна 55–54 млн лет назад, – и континентальные блоки хребта Ломоносова.

## Прирастать будет шельфом

Континентальная природа хребта Ломоносова в последнее время особых дискуссий не вызывает (в пользу этого предположения было получено много доказательств, в том числе американскими геологами при бурении в 2004 г.), однако в отношении хребта Менделеева такого единодушия нет.

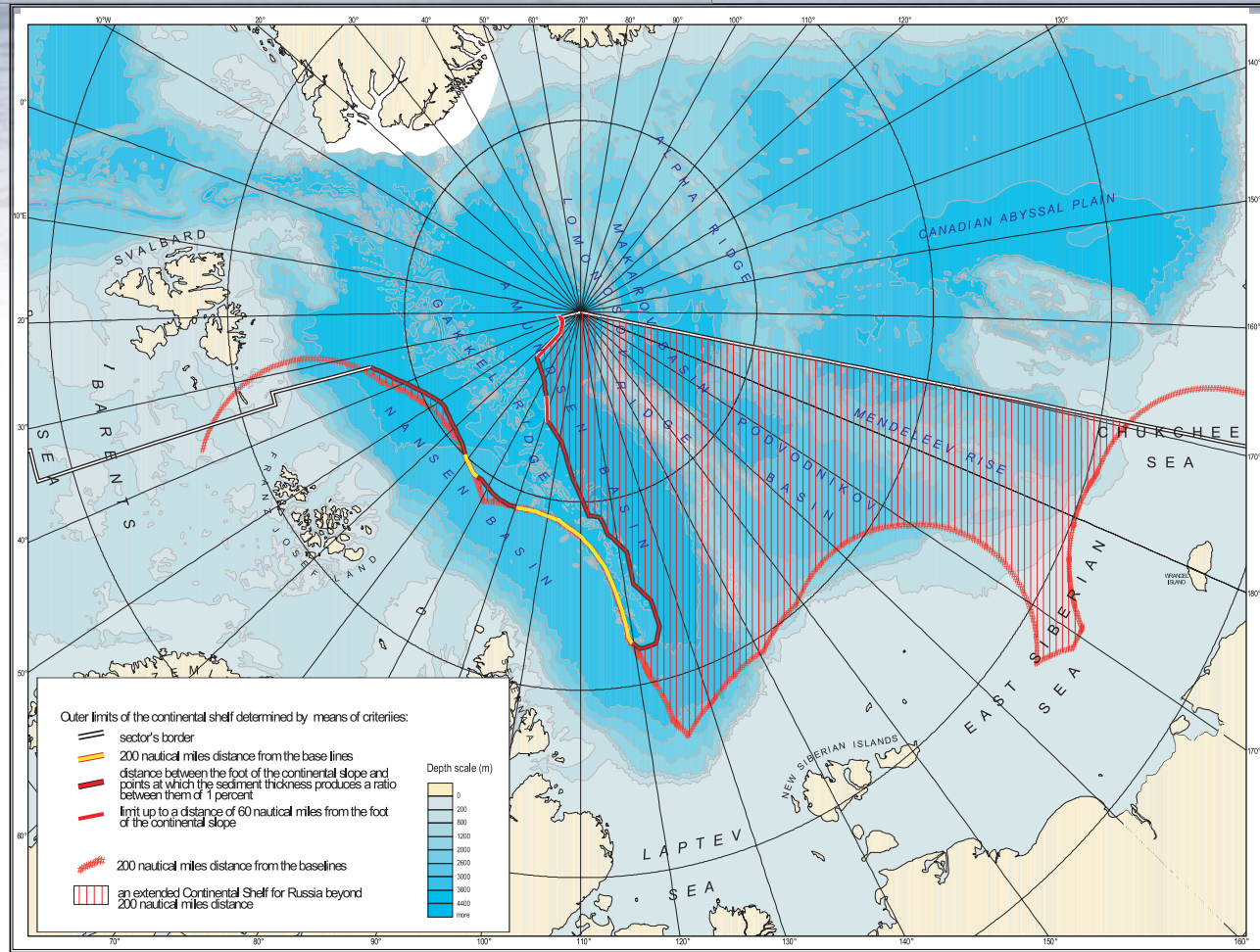
Как известно, в первой заявке на установление внешней границы континентального шельфа, поданной в ООН еще в декабре 2001 г., предлагалось значительно расширить площадь российского континентального шельфа за пределы 200-мильной экономической зоны, включив в нее большую часть хребта Ломоносова, котловину Подводников, поднятие Менделеева и часть котловины Макарова. При этом не был применен ограничительный критерий в 350 морских миль от берега, который содержится в п. 5 ст. 76 Конвенции по морскому

Моделю раскрытия Амеразийского (Канадского) (140–120 млн лет назад) и Евразийского (55–0 млн лет назад) бассейнов в Арктике.  
По: (Grantz et al., 1998; Глебовский и др., 2006)

праву 1982 г. Это было сделано на основании п. 6 той же статьи, где указано, что дистанционный лимит в 350 миль не применяется к подводным возвышенностям, которые являются естественными компонентами материковой окраины, такими как плато, поднятия, вздутия, банки и отроги (Continental shelf limits, 2000).







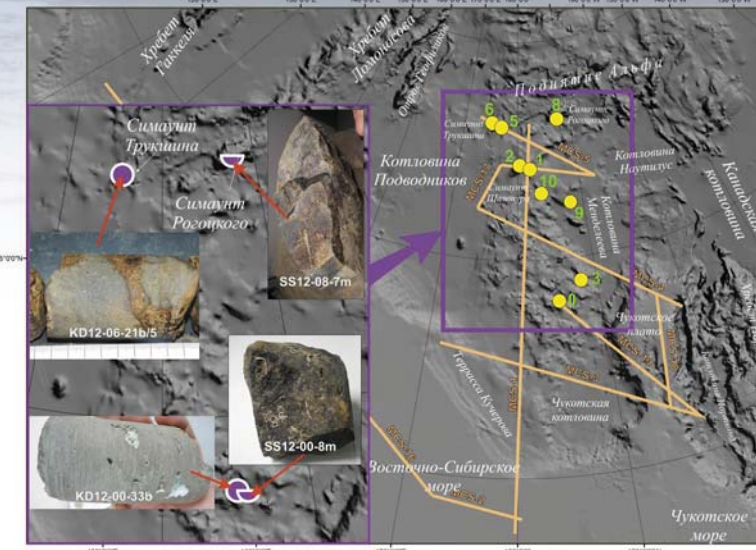
Так выглядит на батиметрической карте район расширенного континентального шельфа России в Арктике, включающий хребты Ломоносова и Менделеева

Однако Комиссия ООН отклонила российскую заявку, посчитав поднятие Менделеева вулканической постройкой на океанской коре плюмовой природы, а хребт Ломоносова – отдельным хребтом, к которому следует применять дистанционный лимит в 350 морских миль. Таким образом, потенциальная площадь юридического российского шельфа в Арктике была максимально сужена.

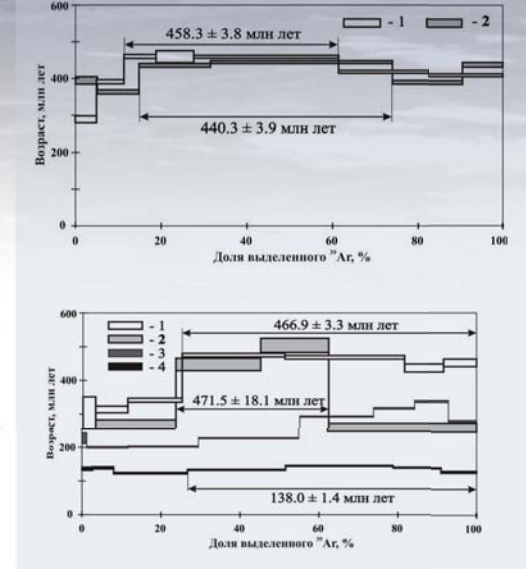
Для выяснения строения хребта Менделеева и окружающих его блоков земной коры Роснедра вместе с подведомственными ему организациями (ВСЕГЕИ, ВНИИОкеангеология, Севморгео и др.), группами ученых из институтов РАН, а также зарубежных ученых провели несколько высокоширотных экспедиций с использованием научно-исследовательских судов и ледоколов. Так, в ходе экспедиции «Арктика-2012» с участием ледокола «Капитан Драницын» и научно-исследовательской подводной лодки основное внимание уделялось опробованию морского дна поднятия Менделеева. Для пробоотбора использовали буровую

установку ГБУ-2/4000Л, с помощью которой в коренных породах в северной и южной частях поднятия Менделеева были пробурены три скважины, а также манипулятор, расположенный в днище подводной лодки. Образцы пород были отобраны вблизи резких уступов морского дна, где по сейсмическим данным и данным видеосъемки были предварительно выявлены выходы акустического фундамента.

Четыре полученных таким образом образца долеритов и базальтов были использованы для петрографического и минералогического анализов, а также последующих изотопных исследований по определению возраста пород аргон-аргоновым методом в аналитическом центре Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (Новосибирск). Изотопные исследования показали, что в спектрах минералов всех образцов устанавливается древняя компонента, соответствующая, судя по всему, возрасту формирования пород, равному примерно 472–467 млн лет, что близко к границе нижне-среднего ордовика (Верниковский и др., 2014). Наряду с древней компонентой в спектрах ряда проб установлены компоненты с более молодыми оценками возраста, которые связаны с излиянием огромного объема базальтов во время плюмовых событий на гра-



Участки геологического опробования морского дна на поднятии Менделеева в ходе экспедиции «Арктика-2012» (10.08–6.10.2012 г.) и возрастные <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar спектры



нице палеозоя и мезозоя и в мезозое. Таким образом, мы можем утверждать, что возраст базальтов и долеритов, отобранных из откосов поднятия Менделеева, является раннепалеозойским. Этот вывод, материалы сейсмических исследований экспедиции «Арктика-2012», новые геологические и геофизические данные по Новосибирским островам позволяют предполагать, что докембрийский фундамент для континентального блока поднятия Менделеева подобен континентальному блоку, включающему Новосибирские острова и архипелаг Де-Лонга.

Более того, становится очевидным, что хребты Ломоносова и Альфа-Менделеева, вместе с расположенными между ними котловинами Макарова и Подводников, представляют собой естественный «мост», сложенный континентальной корой и соединяющий Северо-Американский и Азиатский континенты. Эти данные, безусловно, станут весомым вкладом в обоснование претензий нашей страны на расширение площади своего континентального шельфа в Арктике вплоть до Северного полюса, и благодаря которой Россия может «прирасти» площадью арктического шельфа свыше 1 млн км<sup>2</sup>.

Литература

Верниковский В.А. Геодинамическая эволюция Таймырской складчатой области. Изд-во СО РАН. 1996. 201 с.  
 Верниковский В.А., Метелкин Д.В., Толмачева Т.Ю. и др. К проблеме палеотектонических реконструкций в Арктике и тектоническом единстве террейна Новосибирских островов: новые палеомагнитные и палеонтологические данные // Докл. РАН. 2013. Т. 451. № 4. С. 423–429.  
 Верниковский В.А., Морозов А.Ф., Петров О.В. и др. Новые данные о возрасте долеритов и базальтов поднятия Менделеева (Северный Ледовитый океан) // Докл. РАН. 2014. Т. 454. № 4. С. 431–435.  
 Глебовский В.Ю., Каминский В.Д., Минаков А.Н. и др. История формирования Евразийского бассейна Северного Ледовитого океана по результатам геосторического анализа аномального магнитного поля // Геотектоника. 2006. № 4. С. 21–42.  
 Зоненшайн Л.П., Натанов Л.М. Тектоническая история Арктики // Актуальные проблемы тектоники океанов и континентов. М.: Наука. 1987. С. 31–57.  
 Grantz A., Clark D.L., Phillips R.L. et al. Phanerozoic stratigraphy of Northwind Ridge, magnetic anomalies in the Canada basin, and the geometry and timing of rifting in the Amerasia basin, Arctic Ocean // Geol. Soc. Amer. Bull. 1998. V. 110. P. 801–820.  
 Metelkin D. V., Vernikovskiy V. A., Kazansky A. Yu. et al. Paleozoic history of the Kara microcontinent and its relation to Siberia and Baltica: paleomagnetism, paleogeography and tectonics // Tectonophysics, 2005. V. 398, P. 225–243.  
 Metelkin D. V., Vernikovskiy V. A., Matushkin N. Yu. Arctida between Rodinia and Pangea // Precambrian Research. V. 259. P. 114–129.





# МЕДВЕДЬ-БАРАБАНЩИК

*Русская игрушка в обрядах и культах обских угров*

Этнографию издавна привлекали «чудеса и диковинки», раритеты и курьезы; внимание к необычному в культуре другого народа до сих пор подогревает интерес исследователей. Бывая на святилищах манси и хантов, описывая их традиционные атрибуты, выполненные носителями культуры (жертвенные покрывала, маски медвежьего праздника, деревянные изваяния божеств, шаманские бубны и др.), иногда неожиданно наталкиваешься на детскую игрушку – солдатика, лошадку, лягушку или даже обычный стеклянный шарик для новогодней елки. Что делают эти «вещи праздника» среди суровых, безмолвных и подчас мрачных атрибутов древней языческой религии?



Серебряная статуэтка гуся – основа фигуры духа-покровителя манси и фарфоровая утка-солонка – культовый атрибут манси



БАУЛО Аркадий Викторович – доктор исторических наук, заместитель директора Института археологии и этнографии СО РАН (Новосибирск). Область научных интересов: традиционное мировоззрение и обрядовая практика народов севера Западной Сибири. Автор 5 монографий и более 50 статей



Один из самых известных мансийских шаманов Т.И. Номин и его жена. 1989 г. Фото автора



Ханты и манси – два небольших народа, проживающих на севере Западной Сибири. Чаще всего о них мало знают, но много слышали – эти названия отражены в названии округа, города, необъятной территории нефтяных и газовых месторождений. Понятия «нефть» и «газ» словно препятствуют любому разговору о значимости самобытной культуры северных рыбаков и охотников.

Серебряные статуэтки – фигуры духов-покровителей хантов и манси

Остяцкие типы. Из книги: О. Финш. Путешествие в Западную Сибирь. М., 1882

Ключевые слова: ханты, манси, игрушка, верования, обряд, традиция.

Key words: Khanty, Mansi, toys, beliefs, ceremonies, traditions

© А.В. Бауло, 2015



Остяцкие типы.



Когда я пытаюсь одним словом выразить сущность их культуры, то оперирую словом «губка»: ведь культура хантов и манси, словно губка, на протяжении столетий впитывала в себя самые разнообразные иноэтнические элементы. Если взять некое модельное святилище хантов или манси, то в нем можно обнаружить древний бронзовый кельт, серебряное сасанидское блюдо, болгарский ковш, русского солдата, татарские сапоги, мундир чиновника или пехотинца, немецкий счетный жетон и т.д. И все эти вещи абсолютно органично существуют в рамках северной религиозно-обрядовой практики: их покупали, выменивали и включали в сакральную запретную сферу, опознавая подчас на иранских и среднеазиатских сосудах в портретах шахов собственных богов, а в медной фигурке Георгия Победоносца – почитаемого младшего сына Верховного бога *Нуми-Торума*.

В угорских святилищах нередко наталкиваешься на детскую игрушку – солдатика, лошадку, лягушку или даже обычный стеклянный шарик для новогодней елки.

Традиция завоза игрушек на Север существует достаточно давно. В конце XVII в. один из голландских купцов описал странный случай на его судне: он показал пришедшим остякам нюрнбергскую игрушку – медведя с заводным механизмом. Когда накручивали пружину, медведь бил в барабан, качал головой из стороны в сторону и закатывал глаза. Увидевшие это остяки тут же совершили обычные для них обряды, стали танцевать в его честь, мотать головами, свистеть и шипеть. Они приняли эту игрушку за настоящего шайтана (Идес, Бранд, 1967).

В XIX в. инородцы стали приобретать простые детские игрушки уже у зырянских и русских купцов. Известный русский этнограф И. Глушков обещал вогулу Бахтиарову привезти оловянную фигурку лошади, необходимую ему для молений.

Покупные игрушки чаще всего входили в обрядовую сферу и использовались для обозначения божеств и духов-покровителей.

## Как русская кукла стала хантыйским божком

В конце XIX в. в Тобольский музей попала детская медная игрушка «Арлекин», изображавшая человека в китайской цилиндрической шляпе, с приделанными к рукам и туловищу бубенчиками круглой формы. По преданию, «Арлекин» употреблялся остяками в ка-

## ОНИ НАЗЫВАЮТ СВОИХ БОГОВ ШАЙТАНАМИ

Река Обь до этого места [до Нарыма] населена остяками, они поклоняются земным богам, но признают, что, согласно природе, на небе должен быть господь, который правит всем. Несмотря на это, они не оказывают ему никаких почестей, а имеют ими самими сделанных деревянных и глиняных идолов в виде человеческих фигурок, которым они поклоняются. Некоторые состоятельные остяки одевают их в шелковые одежды, наподобие юбок, которые носят русские женщины. В каждом жилище расставлены такие идолы, сделанные из луба деревьев и сшитые нитками из оленьих кишок. Сбоку от идолов висит пучок человеческого и конского волоса, а подальше стоит деревянный сосуд с молочной кашей, из которого они ежедневно кормят своих богов, засовывая эту пищу им в рот специально сделанной для этого ложкой. Но так как идолы не могут ее проглотить, то пища стекает вниз с обеих сторон рта, вдоль всего их тела; видевший это человек может навсегда отказаться от потребления каши. Этим своим «прекрасным» богам они поклоняются, или молятся, стоя перед ними, нисколько не сгибая спины, лишь мотая вверх и вниз головой; помимо этого они шипят или свистят сквозь зубы, как мы делаем, когда подзываем собак.

*И. Идес, А. Бранд. Записки о русском посольстве в Китай (1692—1695 гг.). М., 1967. С. 98—99*



Куноватский князь Артанзеев с женой (с рисунка М. Знаменского) [Stéphen Sommer, 1885, с. 211]. С. Сомме. *Лето в Сибири среди остяков, самоедов, зырян, татар, киргизов и башкир.* – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2012. – 640 с.



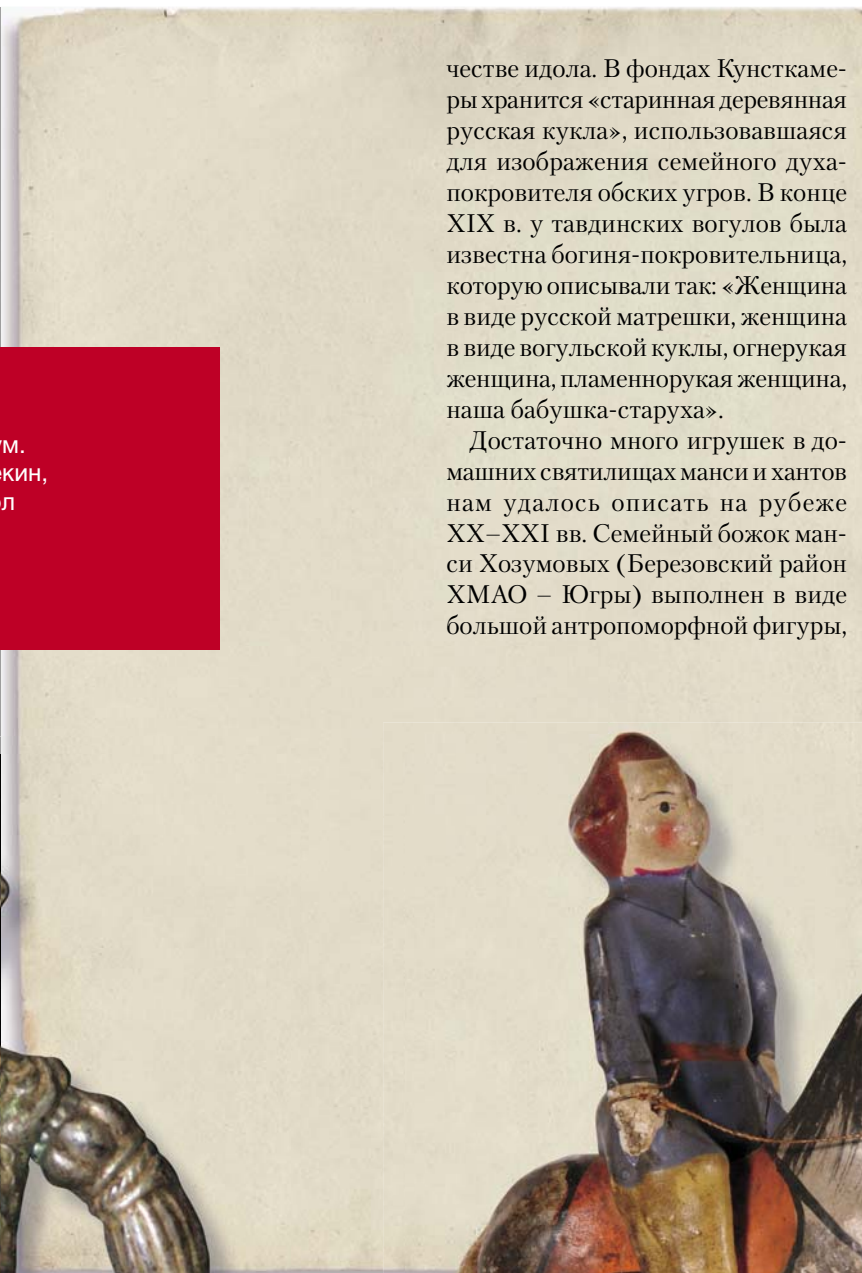
Манси – жители деревни Турват-пауль. 1990 г. Фото автора

Этнограф И. Н. Гемуев и его проводник П. Ф. Меров на мансийском святилище. 1983 г. Фото С. Тихонова





Мир-сусне-хум.  
Внизу – Арлекин,  
остяцкий идол



честве идола. В фондах Кунсткамеры хранится «старинная деревянная русская кукла», использовавшаяся для изображения семейного духа-покровителя обских угров. В конце XIX в. у тавдинских вогулов была известна богиня-покровительница, которую описывали так: «Женщина в виде русской матрешки, женщина в виде вогульской куклы, огнерукая женщина, пламеннорукая женщина, наша бабушка-старуха».

Достаточно много игрушек в домашних святилищах манси и хантов нам удалось описать на рубеже XX–XXI вв. Семейный божок манси Хозумовых (Березовский район ХМАО – Югры) выполнен в виде большой антропоморфной фигуры,



Камлание шамана с бубном. 1989 г. Фото автора  
Всадник из папье-маше

внутри которой была завернута серебряная мужская статуэтка, отлитая в Тобольске в начале XIX в. Подобная статуэтка выполняла роль семейного духа-покровителя и у хантов р. Полуй; фигурка была одета в миниатюрный серебряный парчовый халат.

Не так давно в пос. Суеват Пауль Свердловской области на чердаке старого мансийского дома в чемодане была обнаружена фарфоровая статуэтка танцующей девушки в одежде из семи платков; фигурка символизировала *Калтась-экви* – главное женское божество манси. У ляпинских манси в священном сундуке находилась стеклянная новогодняя игрушка в виде девушки в сарафане; назначение ее неизвестно.





Фигура высшего божества  
в облике медведя.  
Справа – приклад (лошадка)

Использование игрушек в ритуальных целях описано и у соседей хантов – селькупов: шаман Н. А. Агичев в 1954 г. на оз. Вынга-Пур в Пуровском районе устроил святилище, где под лиственницей стояли деревянные изваяния мучивших его духов. Позже к ним прибавились купленные в магазине детские куклы, ставшие также местами для духов. Выезжая в районный центр пос. Тарко-Сале или в пос. Харампур, он возил их с собой в лодке.

### Скакал Небесный бог на детской лошадке

Ряд сыновей Верховного бога *Нуми-Торума* в мифологии обских угров – всадники, прежде всего, это *Мир-сусне-хум* (Мир озирающий человек), покровительствующий человеку с момента появления на свет. Для обычного рыбака, охотника, оленевода было важно постоянное благорасположение к себе со стороны Небесного всадника; с этим связано наличие в каждом доме жертвенного покрывала, украшенного фигурами скачущего всадника, или конных статуэток.

В одной из окружных газет в июле 1934 г. был опубликован репортаж о казымском ханте П. К. Молданове. В его доме «хранился маленький конь, а на спине его верхом сидел маленький мужичок (кукла)». В деревне Ломбовож, в доме потомка мансийских князцов П. Е. Шешкина среди многочисленной и весьма богатой культовой атрибутики главным фетишем являлось



Приклад (ослик).

Бронзовая фигурка всадника.

Лошадка в домашнем святилище на чердаке дома.

Серебряная фигурка всадника







Всадник из папье-маше. Внизу – фарфоровая утка-солонка – культовый атрибут манси



П.С. Таратов работает с лучковой дрелью. 1986 г. Фото А. Логинова  
Справа – семейный дух-покровитель – лягушка в священном чемодане

изображение всадника *Мир-сусне-хума* в виде кавалериста на белом коне в красном мундире с эполетами и черном кивере, сделанное из папье-маше и дерева. Манси повязали ему «шарф» из полоски красного шерстяного сукна.

Бога-всадника почитали и в виде металлических конных статуэток. Образ *Отыр-ныга* (Сына богатыря) в домашнем святилище Т.И. Номина на р. Северная Сосьва был передан на вершием обычного медного кресала в виде фигурки

всадника в кивере, с саблей на боку, попирающего двухголового змея; к всаднику была привязана белая лента. В Юхан-курте основой изображения одного семейного духа-покровителя стала фигурка лошади, другого – мужчины; облачение фигур было представлено надетыми один на другой халатами.

Обские угры выделяли среди других животных коня как составную часть образа Небесного Всадника. Приносили в жертву младшему сыну Верховного бога не только коня, но и фигурки лошадок.

На старом мансийском святилище в бассейне р. Кемпаж в комплексе предметов, связанных с почитанием *Мир-сусне-хума*, хранился его «конь» – русская фигурка животного из папье-маше. Белый конь был покрыт кусочком зеленой ткани, концы которой были завязаны у него на груди. Лошадки из папье-маше, датируемые XIX в., встречались нами в домашних святилищах манси в деревнях Новая и Ломбовож, у хантов – в Тутлейме, Машпане, Ванзевате, Пашторах. В священном амбарчике на р.





Сыня описана резиновая лошадка, обмотанная красным шерстяным шнуром с нанизанными медными кольцами и перстнями; большая детская игрушка-лошадка на подставке с колесиками стояла перед священными ящиками и чемоданом на чердаке дома П. Н. Худи в Зеленом Яре.

### Почтили медведя и выпили из него

*Ем-вож-ики* или *Ялтус-ойка* (Старик священного города) считался мифическим предком у обских угров; его почитали в облике медведя. «В лесу живущий старик», «Старик земляного дома» – эти имена употреблялись для обозначения табуи-

рованного слова «медведь». Манси и ханты верили, что *Ялтус-ойка* помогает больным и приносили ему кровавую жертву. На Северной Сосьве и верхней Лозьве ему обещали в жертву черный платок при бессоннице или «тягости». Верили, что *Ем-вож-ики* помогает женщине при родах. «Шустрый он, везде мог поспеть, по всем деревьям, все места



Русский замок в виде фигурки лошади. Внизу – фигуры оленя из состава домашней атрибутики обских угров



А. К. Таратова выделывает оленью шкуру. 1986 г. Фото А. Логинова







может обойти, летающий он будто бы бог. К *Ем-вож-ики* люди чаще обращаются, он время не тянет; быстрее, решительней все делает» (Е. Д. Самбиндалова, д. Пашторы).

Начиная с раннего железного века для обозначения образа медведя использовали привозные бронзовые подвески, браслеты, пряжки, украшенные изображением головы животного. С приходом русских купцов на Север в обрядовую практику стали попадать винные бутылки емкостью 0,7 и 0,5 л, на одном из встреченных экземпляров обозначен год выпуска – 1888. Бутылки выполнены в виде сидящей фигуры медведя, которую ее владельцы обматывали в платки, куски ткани, вешали на горлышко низки медных колец и т.п. Во время обряда бутылку использовали и по прямому назначению: из нее в серебряную стопку наливали водку, которую в первую очередь подносили изображению божества. Из других культовых атрибутов можно упо-



Хозяин домашнего святилища с фигурой духа-покровителя. Справа – фигурный ритон (VIII-нач. IX вв., Центральная Азия) в виде девочки с головой антилопы в руках – семейный дух-покровитель хантов

мянуть встреченную в одном из священных сундуков елочную игрушку – картонную фигурку медведя; она была прикреплена к красной суконной ленте, в уголок которой была завязана монета; к ленте же был подшит небольшой кусок медвежьей шкуры.

### Лейки, солонки, пишалки

Ипостасью женского божества у манси и хантов считалась лягушка; в домашних святилищах для обозначения этого божества использовали детские игрушки. В чемодане ханта Новьюхова в Тутлейме среди домашних фетишей хранилась резиновая фигурка лягушки, завернутая в платок; считалось, что она приносила удачу в охоте и рыбалке. Игрушка олицетворяла покровительницу Тутлейма *Пажит нэ*. Большая



Девочка-ритон на фоне одежд – халатов и шубки из оленьего меха

пластмассовая и маленькая резиновая лягушки, одетые в платки, выполняли роль семейных покровительниц в доме ненца Г.Н. Худи в Зеленом Яре (бассейн р. Полуй).

Многие божества у обских угров имели орнитоморфный облик. Особо почитались в качестве предков-покровителей локальных групп филин, орел, трясогузка, чайка, гагара, гусь. Фарфоровая фигурка совы производства фабрики М.С. Кузнецова, завязанная в белый платок вместе с монетами, являлась на святилище Филина-старика в бассейне Северной Сосьвы его божественным обликом. Фарфоровая солонка-утка производства той же фабрики хранилась в сундуке на чердаке дома манси Анямовых на р. Ляпин; в данном случае в фигурке видели опять же «филина» – поселкового духа-покровителя. В пос. Турват голова одного из мансийских фетишей представляла узел из нескольких платков, в котором находилась серебряная фигурка гуся работы тобольского мастера середины XIX в. В культовом амбарчике у Хорьера глиняная птичка-свистулька (вторая половина XIX в.) служила основой фигуры семейного духа-покровителя; одежды для нее были сшиты хантыйской мастерицей. В д. Кимкъясуи у манси Гындыбиных одним из главных атрибутов была детская игрушка-пишалка рубежа XIX–XX вв. – гуси из папье-маше на деревянной подставке; хозяева обвязали игрушку лентой с медными кольцами.

### Как игрушка заменила коня

Один из вариантов использования русской игрушки в обрядах обских угров связан с так называемым временным замещением жертвы. Наилучшей жертвой божествам считалось животное (конь, овца, олень). Такая жертва была подчас обременительна для семейного бюджета, далеко не все манси и ханты имели лошадей или оленей. Вместо жертвы в священный сундук можно было положить вырезанную из бересты фигурку лошади или оленя; человек давал клятву резать лошадь или оленя при первой возможности; берестяные фигурки после жертвоприношения чаще всего продолжали храниться среди культовых атрибутов.

Для временного замещения жертвы использовали и металлические статуэтки, приобретенные у купцов. Это медные лошадка-замочек и два оленя (вторая половина XIX в.). В мансийской деревне Хошлог медная лошадка с колокольчиком на шее вместе с серебряным блюдцем московской работы 1830 г., медными и серебряными монетами 1840–1890-х гг. была завернута в шелковый платок. Таким образом, временная жертва семейному духу-покровителю была увеличена за счет дополнительных подношений.



## Магия с мулом

Последний из рассматриваемых вариантов использования игрушек и бытовой скульптуры связан с поднесением их божествам с магическими целями, в основном для обеспечения благоприятного промысла и успешного ведения хозяйства. В деревне Ломбовож в сундуке манси хранилась игрушка из жести (предположительно рубеж XIX—XX вв.): на подставке припаяны две фигуры – человек идет за мулом. Фигура животного обмотана шерстяным шнуром и поднесена семейному духо-покровителю с просьбой о сохранности стада (под этим понимались все домашние животные: корова, овцы и лошадь). В Юхан-курте домашнему божку хантов на рубеже XIX—XX вв. были пожертвованы металлические рыбки (по-видимому, футляры для хранения иголок, с надписью «Знак любви») – благополучие местного населения всецело зависело от рыбного промысла.



Перечислив известные случаи и варианты использования в обрядах манси и хантов игрушек, металлических статуэток и фигурной посуды, можно указать и причины бытования подобных «диковинок» в традиционной культуре обских угров.

Прежде всего основой вхождения игрушек, статуэток и фигурной посуды в обрядовую сферу было совпадение с обликом одного из божеств: всадника, медведя, птицы, лягушки. Именно совпадение: точное видовое определение изображенного в игрушке персонажа не играло ключевой роли. Важна, к примеру, была птичья ипостась, а филин это или утка – не было главным для включения статуэтки в разряд культовых атрибутов даже при почитании в качестве тотемного предка определенного вида птицы (орла, чайки, филина и пр.).

Напомню, что в обрядовой практике обских угров еще в эпоху средневековья использовались металлические статуэтки – местные бронзовые фигурки животных и птиц, а также поступившие с Востока серебряные фигурные изображения (слона, головы чудовища, девушки



Слева – манси – жители деревни Хошлог. 1984 г.  
Фото А. Сагалаева.  
Вверху – медная лошадка

с головой антилопы в руках, и др.). Русская «игрушка» продолжила эту традицию.

Согласно канону, манси и ханты не имели права изготавливать культовые атрибуты, только «посвященные» лица могли заниматься поделкой бубнов, жертвенных покрывал, деревянных изваяний и пр. Однако нужда в фетишах – личных или семейных – была постоянной. Выход был в том, чтобы заказать «божка» другому человеку и затем символически его выкупить, или же купить «божка»-игрушку у проезжего купца.

Стоит отметить, что у ряда локальных групп обских угров существовал запрет на изготовление фигур высших божеств. Например, вогулы верховьев Лозьвы могли вырезать из дерева только изображения лесных духов, но не семейных духов-покровителей или божеств вышнего ранга. В этом случае хорошим подспорьем выступала русская игрушка.

Превращая покупные изделия в изображения собственных божеств, манси и ханты дополняли их необходимыми деталями: шарфами и накидками, лентами, медными кольцами, одевали в платки и пла-

тья, т.е. адаптировали бытовые вещи в религиозную сферу.

Надо сказать, что подобное органичное вхождение весьма обычных бытовых предметов в сакральную сферу характерно только для наших двух небольших народов – манси и хантов; благодаря столь необычной практике, в том числе, их святилища стали своеобразными музейными фондами, сохранившими в себе вещи самых разных эпох и культур.

### Литература

Бауло А.В. «Арлекин» – остяцкий идол // Археология, этнография и антропология Евразии. 2009. № 3. С. 111–118.

Глушков И.Н. Чердынские вогулы // Этнографическое обозрение. 1900. Т. 15. Вып. 2. С. 15–78.

Гондатти Н.Л. Следы языческих верований у инородцев Северо-Западной Сибири. М.: Тип. Потапова, 1888. 91 с.

Идес И., Бранд А. Записки о русском посольстве в Китай. Иркутск: Вост.-сиб. кн. изд-во, 1967. 404 с.



# ДОСПЕХИ ВОЛКА

Л. А. БОБРОВ, Ю. С. ХУДЯКОВ, Ю. А. ФИЛИППОВИЧ

История войн и военного искусства древних и средневековых кочевых народов степного пояса Евразии с момента их выхода на арену мировой истории привлекала внимание как древних и средневековых летописцев, так и современных военных историков. В последние годы благодаря энтузиастам, занимающимся предметной реконструкцией оружия и доспехов, появилась возможность «на практике» изучить возможности этого военного снаряжения и понять особенности развития военного дела в мире древних кочевников

Посвящается памяти безвременно ушедшего оружейведа и реконструктора оружия и доспехов евразийских номадов М. В. Горелика

Война и оружие занимали особое место в жизни древних и средневековых кочевников Великой Степи. Развитое военное искусство не только оберегало кочевой социум от агрессии извне, но и создавало условия для внешнеполитической экспансии на земли оседло-земледельческих цивилизаций. Победоносные вторжения хуннов, древних тюрков и монголов приводили в трепет германских королей, иранских шахиншахов и китайских императоров. В исторической памяти многих народов Европы навсегда остался грозный вождь гуннов Аттила, недаром получивший прозвище «Бич Божий» и «Молот Вселенной». Еще более масштабными были завоевания средневековых монголов, возглавляемых могущественным «Завоевателем мира» Чингиз-ханом, воспоминания о которых сохранились в письменной исторической традиции, эпических сказаниях и былинах многих народов. Военная мощь номадов производила огромное впечатление на их оседлых соседей, которые внимательно изучали и перенимали вооружение, военную организацию и тактику кочевников.



*Ключевые слова:* экспериментальная реконструкция, оружие, древние и средневековые кочевники, степи Евразии.

*Key words:* experimental reconstruction, weapons, ancient and medieval nomads of the Eurasian steppes

© Л. А. Бобров, Ю. С. Худяков, Ю. А. Филиппович, 2015

<http://scfh.ru/papers/dospekhi-volka/> НАУКА из первых рук



БОБРОВ Леонид Николаевич – доктор исторических наук, доцент кафедры археологии и этнографии и старший научный сотрудник лаборатории гуманитарных исследований НИЧ Новосибирского государственного университета. Автор и соавтор более 140 научных работ



ХУДЯКОВ Юлий Сергеевич – доктор исторических наук, главный научный сотрудник отдела археологии палеометалла Института археологии и этнографии СО РАН (Новосибирск), профессор кафедры археологии и этнографии Новосибирского государственного университета. Автор и соавтор около 1300 научных работ



ФИЛИППОВИЧ Юрий Александрович – инженер лаборатории гуманитарных исследований НИЧ Новосибирского государственного университета, руководитель центра научно-исторической реконструкции. Автор и соавтор 8 научных работ





### КАК СТАТЬ РЕКОНСТРУКТОРОМ

С военной историей я познакомился в трехлетнем возрасте, когда прадед подарил мне комплект открыток «Русские доспехи».

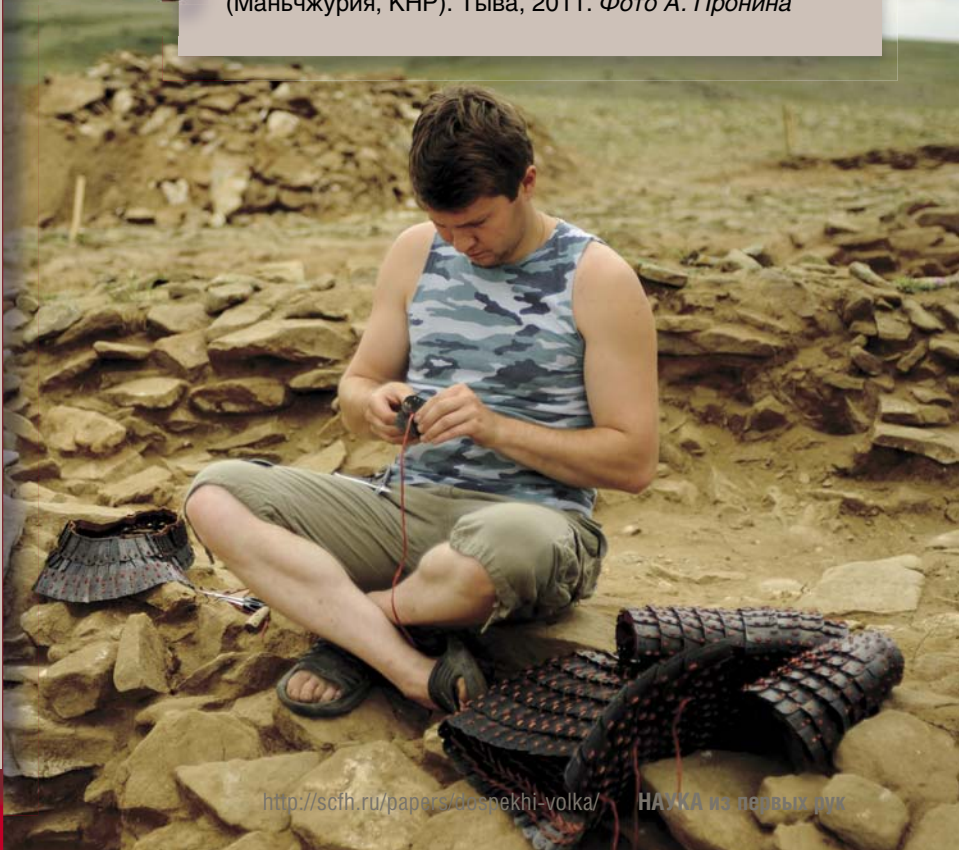
Почти все школьные годы я лепил из пластилина русских богатырей, монголо-татарских батыров и псоврыцарей Тевтонского ордена. Все мои друзья играли фабричным или деревянным оружием, я же сделал первый свой шлем и доспех из стали и алюминия, когда мне было лет девять–десять. Мама в то время работала в школе учителем истории, поэтому в домашней библиотеке было много книг, в том числе по военной истории; отец – инженер-механик – преподавал трудовое обучение, дедушка – профессиональный столяр и плотник. Мастерские и библиотека – все, что нужно начинающему реконструктору, было под рукой. Огромное впечатление на меня произвела выходившая в журнале «Советский воин» серия научно-популярных статей с рисунками М. В. Горелика – человека-легенды для любителей истории оружия. Потом была учеба в НГУ, археологические экспедиции и спецкурсы Юлиа Сергеевича Худякова, нашего

ведущего специалиста по археологическому оружиюведению. На курс старше меня учился Леонид Бобров, который уже тогда активно занимался научно-художественными реконструкциями. Именно он попросил меня изготовить ламеллярный доспех в качестве наглядного пособия по изучению конструкции средневековой брони. На вырезание пластин и сборку-шнуровку панциря ушло все лето 2002 г. И вот тогда эта идея познания военного дела через воссоздание снаряжения воинов захватила меня и не оставляет по сей день.

Всего за последние 13 лет мной было изготовлено не менее 30 комплексов, включающих доспехи, шлемы, оружие и другую атрибутику воинов, в том числе одежду и обувь. Все работы ведутся в частной мастерской в с. Березово (Маслянинский р-н, Новосибирская обл.), где имеются все условия для слесарных, кузнечных, столярных, шорных, портняжных и других необходимых работ. Сейчас занимаюсь реализацией собственного проекта «Железные кентавры Саяно-Алтая» по воссозданию линейки комплексов вооружения населения Среднего Енисея и прилегающих территорий с III по XVIII в.

Ю. Филиппович

Ю. Филиппович за работой по сборке (шнуровке) реконструкции хунно-сяньбийского панциря II–III вв., сделанной по находке в могильнике Лаохэшень (Маньчжурия, КНР). Тыва, 2011. Фото А. Пронина



Изображение воина на костяной пластине, обнаруженной под горой Тепсей. IV–VI вв., Хакасия. Прорисовка Ю. Худякова



Осмыслить сюжеты тепсейских планок и возможности предметной реконструкции доспехов тепсейских «рыцарей» позволила находка частей панциря V–VI вв. в окрестностях с. Филимоново, Красноярский край. НИЧ НГУ (Новосибирск). Фото Ю. Филипповича



Предметная научно-историческая реконструкция «раннего» тюркского воина V–VI вв. Фото И. Петрова

### ТЕПСЕЙСКИЕ РЫЦАРИ

Одним из самых загадочных источников в раннесредневековой археологии Южной Сибири являются так называемые тепсейские планки – резные миниатюры, обнаруженные на горе Тепсей (Хакасия) в 1970-х гг. (Грязнов, 1971; 1979). Есть предположение, что на них изображены столкновения таштыкцев с тюрками Первого каганата. Имеются сведения, что кыргызы-цигу, обитавшие между реками Афу и Гянь, были покорены накануне их вынужденного переселения в Южную Сибирь позднегуннскими племенами Турфанского оазиса. Именно эти носители западных традиций могут быть отождествлены с Ашина – немногочисленной правящей группой тюрков, которые, судя по всему, были ираноязычным племенем и со временем ассимилировались.

Предметный комплекс «ранних тюрков»-Ашина для V–начала VI вв. практически неизвестен, однако таштыкские изображения позволяют представить вероятный состав вооружения этой группы (Азбелев, 2008)

Интерес к воинам Великой Степи у европейских авторов сохранился даже после того, как эпоха Кочевых империй ушла в прошлое. Оказалось, что многие элементы военного искусства номадов сохранили свою эффективность и в условиях наступившей «Пороховой революции». Неудивительно, что в ходе формирования военно-исторической науки в России отечественные специалисты неоднократно обращали пристальное внимание на характерные особенности военного дела древних и средневековых кочевых народов.

### Художественная реконструкция в российском оружиюведении

Интерес к военной истории и военному искусству номадов породил интерес и к материальной культуре кочевников (Иванин, 1846; Марков, 2007). Уже в XIX в. военные историки начали иллюстриро-

вать свои работы изображениями скифских, гуннских, монгольских и среднеазиатских воинов. Основой для подобных изображений послужили рисунки и описания античных и средневековых авторов. Эти иллюстрации можно считать первыми попытками художественной научно-исторической реконструкции внешнего облика древних и средневековых кочевников.

Однако расцвет российской художественной научно-исторической реконструкции пришелся на более поздний период, когда ученые наряду с изобразительными и письменными материалами стали





Предметная научно-историческая реконструкция доспехов древнетюркского знатного воина середины VI в.  
Автор Ю. Филиппович

привлекать для анализа вещественные источники, в том числе предметы вооружения из археологических памятников древних nomadов.

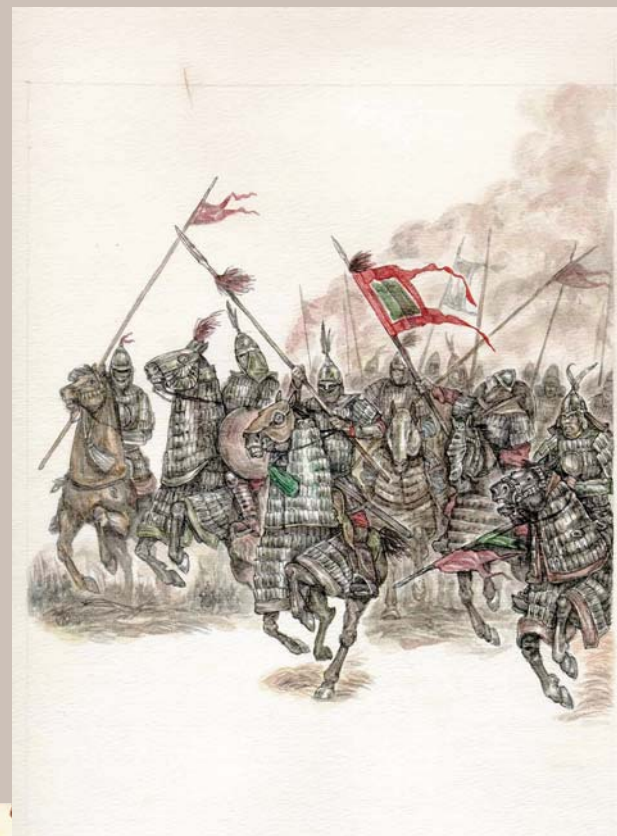
В 1960—1990-х гг. на основе анализа археологических материалов были реконструированы комплексы вооружения скифских и сарматских воинов, которые сохранили свое значение до наших дней (Черненко, 1981; Хазанов, 1971). Большую роль в развитии художественной научно-исторической реконструкции в нашей стране сыграл известный московский специалист по истории оружия и востоковед М. В. Горелик, который за четыре десятилетия своей активной научной деятельности выполнил несколько сотен художественных реконструкций воинов различных исторических эпох.

С начала 1970-х гг. изучение оружия древних и средневековых народов на основе привлечения находок предметов вооружения из раскопок археологических памятников развернулось в некоторых научных центрах Сибири. В ходе этих исследований были проанализированы комплексы вооружения воинов тагарской культуры раннего железного века и енисейских кыргызов в периоды раннего и развитого средневековья в Минусинской котловине (Худяков, 1980).

В последующие годы сибирские исследователи продолжили изучение особенностей военного дела кочевников хунно-сяньбийского, древнетюркского и монгольского времени в Центрально-Азиатском историко-культурном регионе. В результате были реконструированы комплексы вооружения и созданы графические научно-художественные реконструкции воинов древних и средневековых кочевых народов Южной Сибири и Центральной Азии (Худяков, 1986). В конце 1990-х—начале 2000-х гг. большое число художественных (цветных и графических) реконструкций сяньбийских, древнетюркских, кыргызских, уйгурских, монголь-

ских, ойратских, узбекских, казахских, цинских воинов создал Л. А. Бобров (Бобров, Худяков, 2002; 2003; 2005; 2008; Бобров, Борисенко, Худяков, 2010). А барнаульский историк В. В. Горбунов (Алтайский государственный университет) и новосибирец Д. В. Поздняков (Институт археологии и этнографии СО РАН) графически реконструировали комплексы средств индивидуальной металлической защиты древних и средневековых nomadов Горного и Степного Алтая (Горбунов, 2003).

Атака тюркской панцирной конницы.  
Атака тяжеловооруженной сяньбийской конницы. V в.  
Художественная научно-историческая реконструкция Л. Боброва







Знаменитые пластинчатые тюркские пояса служили не только для подвешивания налучей, клинкового оружия, фиксации панцирей и халатов воинов, но и служили показателем социального статуса их носителя. На фото – серебряные детали пояса из тюркского памятника Балык-Соок-I. VII–VIII вв. Горный Алтай. Музей ИАЭТ СО РАН (Новосибирск). Фото Ю. Филипповича



Предметная научно-историческая реконструкция доспехов древнетюркского знатного воина середины VI в. Автор Ю. Филиппович



## В металле, дереве и коже

Одновременно с развитием художественной научно-исторической реконструкции шло становление предметной (экспериментальной) реконструкции, являющейся важным и перспективным направлением современных археологических исследований. Суть ее в том, что на основе детального анализа предметов материальной культуры из археологических памятников ученые изготавливают их точные копии из аутентичных материалов (железа, бронзы, кожи и т. д.). Подобные реконструкции становятся объектом специальных научных экспериментов, в ходе которых исследователи восстанавливают древние и средневековые производственные технологии, уточняют особенности использования тех или иных предметов материальной культуры и т. д.

Одним из основных направлений предметной научно-исторической реконструкции является изучение оружейного комплекса и военного искусства народов прошлого. Новые возможности для реконструкции предметов наступательного вооружения и индивидуальной металлической защиты воинов появились в связи с применением современных методов математического моделирования и определения эффективности проникающих и защитных средств. За последние годы существенно расширились возможности экспериментальной реконструкции. Для изучения функциональных свойств реконструированных предметов наступательного и защитного оружия стали привлекать специалистов по аэродинамике, баллистике и математическому моделированию процессов соударения и разрушения металлических ударных средств и защитного покрытия (Ведерников и др., 1995).

Методика и практика экспериментального моделирования предметов вооружения достаточно широко применяется и успешно развивается как в мировом, так и в отечественном оружьеведении. В России и странах СНГ изготовлением и испытанием в игровых условиях современных копий оружия и воинских костюмов периодов Средневековья и Нового времени долгое время занимались участники военно-исторических клубов. Однако со временем темой предметной реконструкции заинтересовалось и профессиональное научное общество.

В 1980-х гг. успешная попытка изготовления современных моделей оружия и доспехов древнерусских и татарских воинов для музейной экспозиции, созданной в честь юбилея Куликовской битвы, была предпринята группой специалистов по изготовлению реквизита при киностудии «Мосфильм» под руководством И. Я. Абрамзона и М. В. Горелика (Горелик, 1983). В дальнейшем под руководством Горелика там создавались копии шлемов, доспехов, щитов и других видов оружия, использовавшиеся на съемках исторических кинофильмов.

Позднее энтузиастами реконструкций – участниками военно-исторического клуба «Мерген» (Абакан), под руководством А. Л. Петренко была изготовлена копия средневекового кыргызского пластинчато-нашивного внутреннего панциря-куяка по сделанной Ю. С. Худяковым графической реконструкции панциря из хакасского местонахождения Абаза (Петренко, 2004).

## Доспехи из НГУ

В начале 2000-х гг. в Новосибирском государственном университете началась планомерная работа по выполнению предметных научно-исторических реконструкций

комплексов вооружения и одежды воинов Центральной Азии и Сибири различных исторических эпох. В основу серии реконструкций, выполненных Ю. А. Филипповичем, легли хранящиеся в музейных собраниях России, стран ближнего и дальнего зарубежья материалы по защитному вооружению ойратских и монгольских воинов, собранные и систематизированные Л. А. Бобровым.

Первыми были изготовлены части ойратского и тибетского защитного вооружения – сфероцилиндрический шлем и ламеллярный панцирь. Их прототипами послужили предметы вооружения, хранящиеся в Оружейной палате Московского Кремля и Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН (Москва). Уже на этапе изготовления и первых экспериментальных испытаний были получены очень интересные результаты.

В частности, были установлены основные типы и способы вязки пластин ламеллярного доспеха, выявлены особенности покроя, системы крепления и оформления панцирных сегментов, особенности конструкции шлема и покроя бармицы, обрамляющей шлем





по нижнему краю. В результате проведенных испытаний выяснилось, что ламеллярный панцирь покроя «халат» (со сплошным осевым разрезом) был достаточно удобен в использовании, практически не стесняя движений при езде верхом и фехтовании. Воин мог самостоятельно надевать доспех, и лишь для фиксации ламеллярных наплечников ему требовалась посторонняя помощь. Ламеллярные панцири с длинным подолом применялись преимущественно конными воинами. При посадке верхом на коня вес перераспределялся на спину и круп лошади, поэтому нагрузка на плечевые ремни значительно ослабевала (Худяков и др., 2005).

Эксперименты показали, что ламеллярный доспех надежно защищает тело всадника от ударов клинковым оружием. Подобная панцирная защита несколько менее эффективна против колющих ударов копьём в ходе таранной атаки. По завершению испытаний шлем и доспех в течение ряда лет экспонировались в кабинете археологии НГУ, где использовались в качестве наглядного пособия при чтении лекций по археологии Сибири и Центральной Азии.



АТАКУЮТ ВОЛКИ

Древние тюрки (тюрки тю-кю, тюркюты) были создателями первой в истории человечества континентальной империи кочевников, простиравшейся от берегов Волги до Великой китайской стены. С военной мощью Первого (Великого) тюркского каганата (545—603 гг.) были вынуждены считаться правители Византии, Ирана и Китая. Ядром Первого каганата были «Золотые горы» (Алтай). Второй (Кок-тюркский) каганат (682—745 гг.), меньший по территории, также влиял на военно-политическую ситуацию в Южной Сибири, Центральной и Восточной Азии.

Главной ударной силой войск тюркских каганов были отряды тяжеловооруженной конницы. Воины этих отрядов именовались «бури» – «волки». Они носили тяжелые железные панцири и шлемы, а главным оружием этих «азиатских рыцарей» служили длинные ударные копья, сабли и палаша. Идея тяжеловооруженной конницы была заимствована кочевниками Южной Сибири у сяньбийцев, однако тюрки творчески переработали изобретение свои восточных соседей и максимально адаптировали вооружение и тактику конных латников для ведения войны в Степи. Считается, что именно древние тюрки принесли в Восточную Европу и Западную Азию железные стремена, сабли, характерные деревянные седла с высокими луками, новые типы шлемов и доспехов для людей и лошадей



Ламеллярный панцирь бури был реконструирован на основе пластин, найденных в могильнике Балык-Соок-1. Панцирь был скроен в виде «катафракты» с наплечниками, длинными набедренниками и боковым разрезом и изготовлен из железных пластин, соединенных кожаными ремешками. Нагрудная часть доспеха бронирована пластинками с полусферическими выступами (умбончиками), которые служили не только украшением, но и повышали жесткость пластины и амортизировали удар по доспеху. По краям панциря шла кожаная окантовка.

VII—VIII вв. Горный Алтай.

Музей ИАЭТ СО РАН (Новосибирск).

Фото Ю. Филипповича



Длинные ударные копья и пики были главным оружием тяжеловооруженной тюркской конницы. Наконечник на длинной массивной втулке насаживался на древко с кожаным темляком. Его узкое граненое перо позволяло эффективно пробивать пластинчатый панцирь.

На фото – наконечник копья из могильника Балык-Соок-1. VII—VIII вв. Горный Алтай.

Музей ИАЭТ СО РАН (Новосибирск).

Фото Ю. Филипповича



Под наконечником копья тюрки подвешивали флажок с двумя «язычками», форма которого была реконструирована по материалам петроглифов Казахстана и Якутии VI—VIII вв. (внизу), а рисунок и расцветка – по китайской и согдийской иконографии.

По: (Советова, Мухарева, 2005)



Этот доспех древнетюркского латника бури VII—VIII вв., созданный при поддержке лаборатории гуманитарных исследований НГУ и новосибирского Института археологии и этнографии СО РАН, был вручен в качестве подарка Президенту РФ В. В. Путину и будет экспонироваться в Оружейной палате Московского кремля.

Автор реконструкции Ю. Филиппович



Успешный опыт предметной реконструкции панциря и шлема лег в основу последующих предметных научно-исторических реконструкций доспехов и вооружения, найденных в археологических памятниках Центральной Азии, Южной Сибири и Дальнего Востока. В 2003—2014 гг. на кафедре археологии и этнографии и в лаборатории гуманитарных исследований НГУ были созданы более двух десятков предметных



Сражение тюркской панцирной конницы с китайской пехотой. Конец VII—начало VIII вв. Художественная научно-историческая реконструкция Л. Боброва

Плюмаж из перьев, вставленных в височные втулки шлема воина-бури, был реконструирован на основе петроглифов с горы Хар-Хад, изображающих тяжеловооруженных древнетюркских всадников (внизу слева). VI—VIII вв. Монгольский Алтай. По: (Советова, Мухарева, 2005)



### ХУННУ: КАЖДЫЙ ПЯТЫЙ – ЛАТНИК

Археологические находки и анализ письменных источников дают вполне определенное представление о средствах защиты хуннских воинов. В древнекитайских хрониках неоднократно упоминаются хуннские «доспехи» и «латники». Так, ханьский поэт и политик Цзя И, живший во II в. до н.э., в своей книге «Синь шу» писал: «По моим подсчетам у сюнну приблизительно 60 тыс. всадников, натягивающих лук. Поскольку один латник приходится на 5 человек, численность народа составляет 300 тыс...». Ему вторит Сыма Цянь – потомственный историограф династии Хань, в «Исторических записках» («Ши-цзи»): «могущие владеть луком все поступают в латную конницу».

Что касается археологических свидетельств, то к ним можно отнести фрагменты панциря, набранные из двух десятков подквадратных чешуеобразных пластин, обнаруженные на Иволгинском городище (II—I вв. до н.э.) в Забайкалье (Давыдова, 1985). Там же в Забайкалье, в могильнике Черемуховая Падь (XI—I вв. до н.э.) в центре могилы было найдено большое скопление проржавевшего железа. По мнению Б.П. Коновалова (1976), оно, судя по тонким пластинчатым осколкам, возможно, являлось остатками доспехов. Среди осколков имеются фрагменты пластинок без ржавчины, с вороненым блеском и со следами заклепок. Некоторые фрагменты железа сопровождалась кусочками кожи, а один имел покрытие из красного лака. Между тем о китайских доспехах ханьского времени известно, что их пластины зачастую были покрыты черным или красным лаком как для предохранения от сырости, так и для украшения (Горелик, 1995).

Хорошо сохранившийся панцирь, определяемый как хуннский, был обнаружен в 1960 г. при раскопках вблизи г. Хух-Хото (Внутренняя Монголия, КНР) на городище Эршицяцзу – пограничного с хунну китайского города эпохи Западная Хань (II в. до н.э.— I в. н.э.) исследователями (Горелик, 1987; 1995; Рец и Су-Хуа, 1999).

Панцирь представляет собой довольно сложное изделие, созданное с применением пластин трех разных типов. Прямоугольные, вертикально расположенные пластины корпуса характерны для китайских панцирей ханьского времени. Чешуеобразные пластины наплечников и юбки также имеют аналогии в археологических находках из центральных районов Китая. На этом основании панцирь из Эршицяцзу можно отнести к изделиям китайских оружейников.

Пластины были соединены с помощью бечевы из грубых конопляных нитей, пропущенных через ряд отверстий, т.е. ламеллярным способом. Вначале они собирались в горизонтальные ряды, затем из этих полос были набраны основные части панциря: корпус, два наплечника, юбка. Воротник представлял собой один горизонтальный ряд пластин. На корпусе были оставлены проемы для рук, а спереди проходил сплошной осевой разрез, на котором сохранились остатки трех застежек. Горизонтальные ряды пластин соединялись таким образом, что верхние перекрывали нижние. Наплечники были собраны из шести горизонтальных рядов чешуеобразных пластин, причем нижние ряды перекрывали верхние. Из таких же пластин и тем же способом была набрана юбка с разрезом.

Предметная научно-историческая реконструкция доспехов хуннского воина I в. до н.э.— II в. н.э. Автор реконструкции и фото Ю. Филиппович







Одни из десятков предметов защитного вооружения, реконструированных за последнее десятилетие в НГУ: шлем казахского батыра XVII—XVIII вв. и узбекский шлем кула-худ и маска XVI—XVII вв.  
Автор Ю. Филиппович

научно-исторических реконструкций, в том числе комплекс вооружения и одежды хуннских и сяньбийских воинов II—III вв., древнетюркских воинов VI—VIII вв., чжурчжэньских воинов XII—XIII вв., монгольских воинов XIII—XIV вв. и т. д. При выполнении всех реконструкций применялись аутентичные материалы (железо, бронза, дерево, кожа, мех и т. д.) и соответствующие производственные технологии. Этот опыт позволил в последующие годы воссоздавать древние комплексы вооружения на новом, уже более высоком уровне.



В течение последних десятилетий интерес к историческим реконструкциям в России и странах СНГ, Азии и Европы значительно возрос. Во многих городах созданы военно-исторические клубы, участники которых изготавливают средневековое оружие и доспехи, воинские костюмы, устраивают показательные бои в ходе ролевых игр, нередко приуроченные к памятным историческим и юбилейным датам. Зачастую местные власти приглашают «ролевиков» для участия в театрализованных представлениях, посвященных определенным историческим событиям, которые привлекают внимание широкой публики, в том числе учащейся молодежи и туристов. К сожалению, участники этих клубов далеко не всегда могут воспользоваться консультацией специалистов по истории оружия, из-за чего страдает историческая достоверность созданных ими предметных реконструкций.

Работа поддержана грантом РФФ № 14-28-00045

Среди ученых-археологов и оружейников НГУ предметная научно-историческая реконструкция является одним из наиболее перспективных направлений научных исследований. Реконструкции доспехов и вооружения, созданные здесь, экспонировались в университетах и музейных собраниях России, Казахстана, Монголии и Китая.

Важным этапом стал проект «С сибирским воином через века», поддержанный областным правительством и новосибирской мэрией, в рамках которого новосибирские исследователи посетили десятки населенных пунктов Новосибирской области, провели публичные лекции и выставки предметов вооружения и одежды сибирских воинов различных исторических эпох. Сегодня особое внимание направлено на изучение средневековых технологий производства защитного и наступательного вооружения, а также экспериментальные испытания металлических и органических доспехов с различной структурой бронирования. Авторы проекта уверены, что на этом пути их ждет немало интересных научных открытий.

#### Литература

Бобров Л. А., Борисенко А. Ю., Худяков Ю. С. *Взаимовлияние тюркских и монгольских народов с русскими в Сибири в военном деле в позднее Средневековье и Новое время. Учеб. пособие.* Новосибирск: Изд-во НГУ, 2010. 288 с.

Бобров Л. А., Худяков Ю. С. *Вооружение и тактика кочевников Центральной Азии и Южной Сибири в эпоху позднего Средневековья и Нового времени (XV – первая половина XVIII в.).* СПб.: Фак. филол. и искусств СПбГУ. 2008. 770 с.

Ведерников Ю. А., Худяков Ю. С., Омелаев А. И. *Баллистика от стрел до ракет.* Новосибирск: ИТПМ СО РАН, 1995. 236 с.

Горбунов В. В. *Военное дело населения Алтая в III—XIV вв. Ч. I. Оборонительное вооружение (доспех).* Барнаул: Изд-во Алт. ун-та. 2003. 174 с.

Горелик М. В. *Армии монголо-татар X—XIV веков: Воинское искусство, снаряжение, оружие.* М.: Восточный горизонт. 2002. 84 с.

Петренко А. Л., Петренко Ю. А. *Защитные свойства средневековых панцирей юга Сибири и Центральной Азии (по материалам эксперимента) // Военное дело народов Сибири и Центральной Азии. Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т. 2004. Вып. 1. С. 102—112.*

Худяков Ю. С. *Вооружение средневековых кочевников Южной Сибири и Центральной Азии.* Новосибирск: Наука, 1986. 268 с.

Худяков Ю. С., Бобров Л. А., Филиппович Ю. А. *Опыт экспериментальной реконструкции и функционального анализа защитного вооружения воинов Центральной Азии эпохи позднего средневековья // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: История, филология. 2005. Т. 4, вып. 5: Археология и этнография. С. 95—103.*

Казахские воины стали применять ружья уже со второй половины XVI в., а в XVII—XVIII вв. в казахских войсках имелись сотни ружейных стрелков, которые иногда сводились в специальные ударные отряды.

Это оружие часто попадало в руки казаков, которые также стали использовать А-образные парные сошки с поперечной перекладиной, которые перед стрельбой распрямлялись и втыкались в землю, обеспечивая устойчивость ствола и повышая точность огня.

Слева – предметная научно-историческая реконструкция вооружения батыра Восточного Казахстана XVII–начала XIX вв.

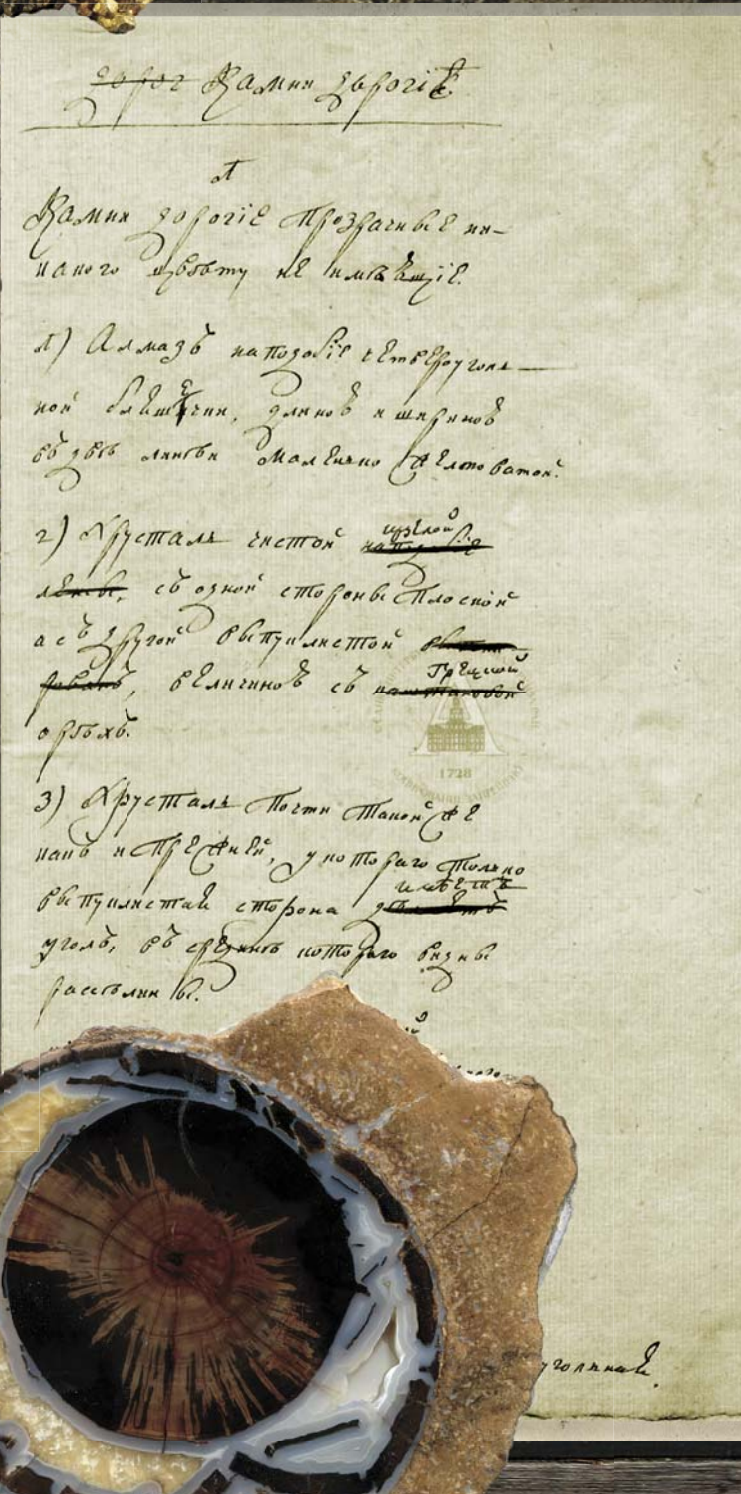
Реконструкция и фото Ю. Филипповича





# Все грани камня

## Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана



В 2016 г. отметит 300-летний юбилей один из наиболее известных в мире и крупнейший в России Минералогический музей, носящий имя выдающегося ученого, минералога и геохимика А. Е. Ферсмана. Сегодня собрание этого музея, который имеет еще более древнюю историю, чем сама Российская академия наук, насчитывает свыше 140 тыс. образцов. Его основой стала коллекция (или, как тогда ее официально называли, Музеум, Музей) доктора К. Готвальда, купленная в 1714 г. на аукционе в Данцинге по поручению Петра I для создания музея редкостей – Кунсткамеры. На основе этой коллекции в 1716 г. и был создан так называемый Минеральный кабинет – по сути, первый в России публичный минералогический музей, предназначенный для просвещения самых широких слоев населения

**Ключевые слова:** минералогический музей, А. Е. Ферсман, минерал, коллекция минералов, минеральный вид.

**Key words:** mineralogical museum, A. E. Fersman, mineral, minerals collection, mineral specious

Основой Минерального кабинета, созданного в начале XVIII в. при Кунсткамере Петра I, стали минералогические «курьезы» из коллекции Готвальда, которая хотя и считалась по тем временам большой, вся насчитывала только 1195 образцов (Новгородова, 2011).

Для пополнения коллекций Петр I издал специальный указ о том, что «ежели кто найдет в земле и в воде какие старые вещи, а именно: камня необыкновенные, кости человеческие или скотские, рыбы или птичьи... какие старые надписи на камнях, железе или меди, или какое старое, необыкновенное ружье, посуду и прочее все, что зело старо и необыкновенно – такожь бы приносили, за что будет довольная дача...».

А поскольку дело было новое и непривычное, то для привлечения публики в кабинете накрывали столы, угощали пирогами и даже подносили чарочки...

Сегодня Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана РАН занимает в Москве здание бывшего конного манежа графа А. Орлова-Чесменского, построенного в начале XIX в. и затем принадлежавшего царской семье. *Фото Е. Борисовой*

*Слева* – страница рукописи перевода Каталога Минералогического кабинета 1745 г. на русский язык с правкой М. В. Ломоносова.  
**Архив РАН**

© В. К. Гаранин, Е. А. Борисова, 2015



**ГАРАНИН Виктор Константинович** – профессор, доктор геолого-минералогических наук, директор Минералогического музея им. А. Е. Ферсмана РАН (Москва), председатель комиссии по музеям Российского минералогического общества. Автор и соавтор более 400 научных работ, в том числе 14 монографий, учебников и учебных пособий

**БОРИСОВА Елена Алексеевна** – кандидат геолого-минералогических наук, научный секретарь Минералогического музея им. А. Е. Ферсмана РАН (Москва), член Российского минералогического общества. Автор и соавтор 45 научных работ





Этот образец минерала лимонита (по пириту) диаметром 3,5 см, с оригинальной этикеткой, был описан М.В. Ломоносовым в Каталоге Минерального кабинета. Чехия. ММФ № 197 ОП. Из коллекции И.-Ф. Хенкеля (№ 58, 1743 г.). Фото Е. Борисовой

### «Средства для усовершенствования художеств и наук...»

Создание Минерального кабинета только отчасти отвечало основным задачам кунсткамер, существовавших в то время при дворах европейских монархов: удивить, восхитить посетителей и показать богатство и могущество владельца коллекции. В «Очерках по истории естествознания в России в XVIII столетии» В. И. Вернадский писал: «Петр Первый не копил сокровища. Он ставил перед собой совсем другие, просветительские цели. Приобретая предметы анатомические, зоологические, минералогические и прочие раритеты, “натуральные и искусством созданные”, он надеялся с их помощью приобрести “в натуральной истории систематическое понятие”, а также хотел, чтобы они служили, по словам Лейбница, “средствами для усовершенствования художеств и наук”».

После учреждения Императорской Академии наук в 1725 г. Кунсткамера вместе с Минеральным кабинетом сразу перешла в ее ведомство. Требовалось провести большую работу по описанию и изучению накопленного материала, однако своих, «доморощенных» ученых в России в то время еще не было.

Одним из первых из просвещенной Германии в Россию приехал, по собственной инициативе, Иоганн Георг Гмелин, по образованию медик, по своим научным интересам – химик и ботаник, а позднее и этнограф \*. Гмелин начал работу по составлению первого каталога Кунсткамеры, но проработал над ним лишь до 1733 г. Следующим к этой работе приобщился Иоганн Амман – еще один немецкий ученый-естествоиспытатель, про-

\* Подробнее о жизни и судьбе И.Г. Гмелина в России читайте в НАУКЕ из первых рук № 0 (1), 2004

Магнит из природного магнетита, которым пользовался М.В. Ломоносов для определения магнитных свойств минералов. Нижний Тагил, Урал, Россия. Вес гири 2 кг. ММФ № 50326. Фото М.Б. Лейбова



фессор ботаники и натуральной истории, занимавшийся большей частью разбором коллекций флоры и фауны. Поэтому, как только из Германии вернулся М. В. Ломоносов, проходивший там обучение во Фрайбергской горной академии, Академия наук тотчас поручила ему заняться разбором коллекций Минерального кабинета. Результатом его работы стал Каталог, изданный в 1745 г. на латинском языке – одно из первых печатных изданий Российской академии наук.

Этот Каталог сохранился, причем как в оригинале на латыни, так и в русском переводе, отредактированном самим Ломоносовым. В пятом томе полного собрания сочинений М. В. Ломоносова (1955) имеется этот перевод, снабженный иллюстрациями. В их числе – изображение одного из образцов

Флорентийская мозаика, записанная в Каталоге Минерального кабинета М. В. Ломоносовым. ММФ №№ (сверху вниз и слева направо): ПДК-657, ПДК-658, ПДК-659, ПДК-661, ПДК-663. Фото Д. Новгородовой





Образец самородного серебра – подарок Петру I от датского короля. Консберг, Норвегия. 1697—1698 гг.  
Длина 16 см. ММФ № ПДК-592. Фото М. Лейбова

лимонита (псевдоморфозы по пириту), описанного Ломоносовым и представленного в настоящее время на музейной экспозиции, а также тяжелого магнита в металлической оправе, сделанного из природного нижнетагильского магнетита, которым пользовался Ломоносов для определения магнитных свойств минералов. А совсем недавно были атрибутированы как записанные в Каталоге лично Ломоносовым хранившиеся в музейных фондах флорентийские мозаики (Новгородова, 2011).

Эта работа так увлекла первого российского академика, что он продолжил свои исследования в области геологии, итогом которых стали такие труды, как «Слово о рождении металлов от трясения земли...» (1757) и «Первые основания металлургии или рудных дел. О слоях земных» (1763). Ломоносов внес свой вклад и в пополнение музейной коллекции: сейчас в музее демонстрируется образец сульфида серебра из Фрайберга, который был передан Ломоносовым в собрание Минерального кабинета.

К сожалению, почти сразу после выхода Каталога в Кунсткамере случился большой пожар, и почти вся коллекция погибла. Удалось сохранить немного: самородные металлы, коллекцию янтаря, некоторые изделия из камня, в числе которых и описанные в Каталоге мозаики. Из сохранившихся экспонатов того времени на музейной исторической выставке можно увидеть подарки Петру I: самородное серебро из Норвегии, а также перчатки и кисет из тонковолокнистой разновидности серпентина (асбеста) – дар семьи уральских горнозаводчиков Демидовых.

В конце XVIII в. в Россию по приглашению Екатерины Великой приехал молодой немецкий ученый Петр Симон Паллас, который должен был, по ее за-

Перчатка и кисет из асбеста, подаренные Петру I семьей уральских горнозаводчиков Демидовых. Асбестовые копи, Урал, Россия. ММФ № 50322 (перчатка), № 50323 (кисет). Фото М. Лейбова

мысли, организовать естественно-научные экспедиции для исследования природных богатств Сибири и других отдаленных регионов империи. Паллас возглавил и основное научное учреждение государства – Кунсткамеру, и ее Минеральный кабинет. Сборы организованных им экспедиций существенно пополнили фонды музея, и собрание Минерального кабинета снова стало в ряд с крупнейшими зарубежными музейными минералогическими коллекциями. В частности, Палласу музей обязан поступлением в фонды первого внеземного образца – большой глыбы железокремнистого метеорита, названного в его честь Палласовым железом.

### От Минерального кабинета – к Минералогическому музею

Научная деятельность и работа по систематизации коллекций в музее активизировались в конце XVIII в., когда в Минеральный кабинет пришел (а позднее стал его руководителем) Василий Михайлович Севергин. Он впервые опубликовал на русском языке такие труды по минералогии, как «Начальные основания естественной истории. Царство ископаемых» (1791), «Первые основания минералогии или естественной истории ископаемых тел» (1798), первый определитель минералов по внешним признакам («Новая система минералов...» (1816) и др. При нем вышел и первый русскоязычный путеводитель по коллекциям Минерального кабинета (Беляев, 1793).

Научная, а также просветительская активность Геологического музея им. Петра Великого Императорской Академии наук – именно так несколько лет официально именовался музей, в то время уже отделенный от Кунсткамеры, особенно возросла в конце XIX–начале

XX вв., с приходом в музей академика В. И. Вернадского и его ученика и соратника А. Е. Ферсмана.

По их инициативе в музее были созданы научно-аналитические лаборатории – химическая, рентгеновская, спектральная, оснащенные самым лучшим на то время оборудованием. Об уровне проводимых там исследований говорит тот факт, что уже в 1930-х гг., после переезда музея и других учреждений Академии наук в Москву, на базе этих музейных лабораторий были основаны существующие и поныне научно-исследовательские институты: Институт геологии рудных месторождений, петрографии, геохимии и минералогии, Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского и Геологический институт.

Образец параморфозы акантита по аргентиту с самородным мышьяком и баритом, переданный М.В. Ломоносовым в собрание Минерального кабинета. Размер кристалла 0,4 см. Фрайберг, Саксония. Обр. № 2097. Фото Е. Борисовой



### МУЗЕЙНЫЕ ГОЛОВОЛОМКИ

Музейные традиции, заложенные В. И. Вернадским и А. Е. Ферсманом, хранятся и развиваются, и сегодня, как и прежде, одним из важнейших музейных направлений является просветительская деятельность.

В музее продолжают работать «Минералогический кружок» и просветительский клуб «Друзья минералогии», объединяющий любителей и коллекционеров. Ежегодно издается музейный журнал «Новые данные о минералах». Новым направлением музейной деятельности стала образовательная деятельность среди молодежи и студентов, проводимая совместно с Московским государственным университетом. С 2007 г. музей участвует в ежегодных Фестивалях науки (сначала московских, а теперь всероссийских). В 2010 г. в рамках фестиваля была опробована и затем внедрена в музейную практику образовательно-просветительская программа «Музейные головоломки».

Совместно с Международным советом музеев при ЮНЕСКО были разработаны два инновационных игровых исследовательских путеводителя по музейным экспозициям – «Ребус Ферсмана» и «Радуга Ферсмана». Путеводители позволяют детям младшего и среднего школьного возраста самостоятельно изучить отдельные экспонаты музея.

Сотрудники музея также помогают МГУ и Департаменту образования г. Москвы в проведении открытых геологических и музейных олимпиад среди школьников. И все это не считая обзорных и тематических экскурсий по музею, которых за год проводится более 500.

В 2011 г. на базе музея совместно с кафедрой минералогии геологического факультета МГУ был создан научно-образовательный центр. Для обучения студентов-магистрантов разработан специальный курс лекций и практических занятий, который ведут сотрудники музея. А для студентов 3-го курса и бакалавров в музее организуется летняя учебно-производственная практика и подбирается материал для подготовки курсовых и дипломных работ, руководителями которых также являются сотрудники музея. Результаты своих исследований студенты и аспиранты кафедры минералогии нередко публикуют в музейном журнале.

В 2014 г. стартовало еще одно начинание – народный минералогический университет, в рамках которого ведущие ученые музея, МГУ и институтов геологического профиля читают научно-популярные лекции для взрослых, интересующихся минералами и науками о Земле





а – аквамарин с топазом. Шерловая гора, Вост. Забайкалье, Россия. 14,5×8,0 см. ММФ № 14538;

б – топаз (с кварцем, альбитом). Мурзинка, Урал, Россия. Образец 4×2,5 см. ММФ № 10721.

в – гипс. Расщепленный кристалл. Бэт, Дербишир, Англия. Образец 8,0×4,5 см. ММФ № 8978;

г – гематит. Псевдоморфоза по скелетному кристаллу магнетита. Патагония, Аргентина. Диаметр 9 см. ММФ № 91600;

д – сколецит. Пуна, Индия. Образец 13×10 см. ММФ № 87806.

е – агат. Полированный срез. Хребет Арц-Богдо, Гоби, Монголия. Образец 13,0×5,5 см. ММФ № 84476;

ж – пирит. Дискосферолит. Спарта, Иллинойс, США. Диаметр 8 см. ММФ № 38726.

з – пирит на кристаллах кальцита. Сарбайское месторождение, Казахстан. Образец 8,5×5,5 см. ММФ № 89042.

а, б, в, д, е, ж, з – фото М. Лейбова; г – фото Н. Пековой

Войдя в Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана, посетитель попадает в зал с высокими расписными потолками, позолотой и старинными хрустальными люстрами.  
Фото М. Лейбова

Музей также организовывал полевые экспедиции, которые не только способствовали пополнению музейных коллекций, но и привели к открытию ряда местонахождений промышленно важных руд, в частности, крупнейшего в мире Хибинского апатитового месторождения.

При Вернадском в музее для обсуждения научных и музейных проблем начал регулярно собираться научный семинар, который он назвал «Минералогический кружок». На семинаре, пользовавшимся большой популярностью, выступали с докладами ведущие специалисты в области наук о Земле. На нескольких заседаниях, посвященных открытию и промышленному значению апатитовых руд, делал сообщения их первооткрыватель, сотрудник музея А. Н. Лабунцов. Неоднократно выступал на них также сам Вернадский, Ферсман и другие известные минералоги.

Благодаря Вернадскому в 1907 г. музей основал и свое собственное периодическое издание, которое до 1916 г. выходило под названием «Труды Геологического музея им. Петра Великого» несколько раз в год. Но эти первые выпуски были невелики по объему и часто включали всего лишь одну работу по конкретному вопросу. С 1926 г., в связи с отделением от Минералогического музея Геологического отдела, начали выходить «Труды Минералогического музея Академии наук СССР» по одному тому ежегодно. Редактором издания стал директор Минералогического музея академик А. Е. Ферсман.

Роль Ферсмана как популяризатора науки поистине трудно переоценить. Большой любовью читателей самых различных возрастов и профессий пользовались его научно-популярные книги:





Шедевр камнерезного искусства – уникальный шкаф-кабинет из дерева амбоины, украшенный мозаикой из мрамора, лазурита, яшмы, лабрадорита, амазонита, агата, тигрового глаза, кахолонга, розового опала и др. Поступил в музей из лаборатории камня Министерства строительных материалов СССР в 1962 г. Высота 160 см. Петергофская гранильная фабрика, 1885–1893 гг. ММФ № ПДК-5381. Фото: М. Лейбова

«Цесаревич Алексей» – одно из двух «пропавших» последних императорских пасхальных яиц фирмы К. Фаберже. Изделие не было закончено. Высота 18 см. Горный хрусталь, стекло. ММФ № ПДК-2723. 1917 г. Фото В. Оверченко

естественно-научных собраний. Среди них есть изделия всех трех российских Императорских гранильных фабрик, фирмы Фаберже, произведения известных итальянских камнерезов и т. д. К сожалению, эти экспонаты, переданные музеем в постреволюционные 1920-е гг., в подавляющем большинстве не сопровождались сведениями об их истории. Изучение этой коллекции, начатое в последние годы, позволило установить для некоторых экспонатов такие важные подробности, как место изготовления, имя мастера и автора проекта, имя предыдущего владельца и т. п. Таких «опознанных» экспонатов сейчас уже около ста, и некоторые из них заслуживают особого внимания.

Например, это изделия, изготовленные в разное время на Императорской Петергофской гранильной фабрике. Наиболее ранние из них, еще простые по форме, которые датируются концом XVIII–началом XIX в., – кварцевые чаши. Оказалось, что после изготовления они попали в Несвижский замок, в сокровищницу польского магната Доминика Радзивилла, который воевал в войсках Наполеона против России. После разгрома французов его имущество в 1813 г. было конфисковано

на древней японской вазе... Ваза обошлась в 1360 рублей. Оконченное изделие по характеру своему изготовлено фабрикою в первый раз» (Мавродина, 2007). Уникальная ваза была представлена Высочайшему двору 26 февраля 1889 г., ко дню рождения императора Александра III (Чистякова, 2011).

В музее выставлен и еще один из шедевров камнерезного (мозаичного) искусства Петергофской гранильной фабрики – шкаф-кабинет, созданный для императорских покоев. При изучении его установлено, что он был сделан из тропического дерева амбоины мастером столярных дел А. В. Шутовым, рисунком для мозаичных панно был заимствован у парижского мебельного фабриканта А. Дассона, а великолепные украшения из бронзы выполнил мастер золотых и бронзовых дел А. Я. Соколов. Подтвердилась и бытовавшая в музее легенда, что в 1919 г. этот шкаф-кабинет вместе с двумя близкими «копиями» был среди ценностей, предназначенных для продажи за рубеж. Американцы готовы были обменять каждый из этих шкафов на 25 паровозов, однако В. И. Ленин запретил эту сделку. Такие сведения об экспонатах придают им дополнительную историческую ценность (Мавродина, 2007; Чистякова, 2011).

«Занимательная минералогия», «Занимательная геохимия», «Путешествие за камнем», «Воспоминания о камне», причем в качестве иллюстраций к этим изданиям нередко служили фотоснимки или зарисовки музейных экспонатов. Эти книги Ферсмана стали библиографической редкостью, хотя в свое время они выдержали большое количество переизданий и были переведены на разные языки. Многие геологи, минералоги, геохимики, родившиеся в 1930–1960-х выбрали свою специальность под влиянием популярных книги Ферсмана. Он был и великолепным рассказчиком: его научные и просветительские лекции всегда собирали большое количество слушателей, особенно молодежи.

Эстафету просветительства приняли новые директора и сотрудники музея: Г. П. Барсанов, А. А. Годовиков, М. И. Новгородова, М. Д. Дорфман, В. И. Степанов и другие.

### Камни «с историей»

Что сегодня можно увидеть в Минералогическом музее? Прежде всего это зал с высокими потолками и росписью, старинными хрустальными люстрами, позолотой и кариатидами при входе – бывший конный манеж графа А. Орлова-Чесменского, построенный в самом начале XIX в. и принадлежавший затем царской семье. Но, конечно, главное – это минералы, удивительные, завораживающие, не похожие друг на друга произведения неживой природы.



Ваза из агата в японском стиле поступила в музей Гатчинского дворца-музея в 1926 г. Высота 12 см. Петергофская гранильная фабрика, 1889 г. ММФ № ПДК-1809. Фото М. Лейбова

Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана на сегодня располагает большой коллекцией поделочных и драгоценных камней, в которой, помимо ограненных камней, имеются и уникальные камнерезные изделия, обладающие большой художественной ценностью и нечасто встречающиеся в таком количестве в составе

и отправлено в Петербург (теперь оно хранится в Эрмитаже). В 1926 г. несколько чаш из этого собрания передали Минералогическому музею. Из изделий мелкой пластики, созданных на рубеже XIX–XX вв., в музее хранится агатовая ваза в японском стиле, отмеченная в инвентарной книге как изделие Екатеринбургской фабрики. Но оказалось, что это изделие Петергофской фабрики: «ваза с дельфинами из цельного кремневого агата с сохранением формы, обусловленной куском самого камня. Основание вазы наподобие дракона, изображенного



Гуси фирмы К. Фаберже. Поступили в музей из царского дворца в Гатчине в 1926 г. Высота 8 см. Горный хрусталь, алмазы огранки «роза», рубины, золото. Санкт-Петербург, начало XX в. ММФ № ПДК-1617. Фото из архива музея

Ледовоз фирмы К. Фаберже, выполненный по рис. Г. К. Савицкого. Высота 18 см. Яшма, кахолонг, нефрит, лазурит, змеевик, кварц, серебро. ММФ № ПДК-2570. Фото М. Каламкарлова





Удалось выяснить и авторство превосходной мозаичной столешницы из черного мрамора, в который по методу флорентийской мозаики врезаны букеты и гирлянды цветов из разнообразных цветных минералов. В центре рисунка – удивительная по выразительности гроздь винограда, ягоды которого кажутся выпуклыми благодаря серебряной фольге, подложенной под полусферы аметиста. На обратной стороне столешницы процарапана полустертая надпись «1851 Francesco Bell...». Сведений о мастере-мозаичисте с подобными данными долгое время не удавалось найти в специальной литературе, и лишь обращение к итальянским коллегам из флорентийского Музея мозаики *Opificio delle Pietre Dure* дало возможность установить, что им был, по-видимому, Франческо Беллони (1772–1853). Этот мастер работал сначала в папской мозаичной мастерской в Риме, а с конца XVIII в. – в Париже, при французском императорском дворе.

Удивительные результаты принесло изучение изделий фирмы К. Фаберже. В 1920-е гг. директор Минералогического музея академик Ферсман и А. К. Фаберже – сын основателя фирмы, вместе работали в комиссии по описанию царских драгоценностей. Вероятно, именно тогда часть камнерезных предметов фирмы была отобрана для музея. Среди этих изделий – солдат Первой мировой войны, ледовоз, разные животные (сова, мышка, гуси, слон и слоненок, улитка), различные мелкие функциональные предметы и др. Одно из изделий, состоящее из двух фрагментов окрашенного солями кобальта синего стеклянного яйца и подставки в виде облака из горного хрусталя, не было закончено и хранилось в разобранном виде.

По клеймам удалось установить мастеров, изготовивших некоторые экспонаты. Например, серебряный ледовоз создал мастер по металлу Я. Армфельд; а изделие в японском стиле, представляющее собой сосну, обвитую лианой – это редкая работа Ф. Афанасьева. Но настоящей сенсацией стали сведения о хранящемся в Минералогическом музее одном из двух последних императорских пасхальных яиц Фаберже, которые фирма должна была изготовить в 1917 г.

**Родонит.** Друза уплощенных ярко-розовых кристаллов размером до 2 см с кварцем и тонкими бесцветными игольчатыми кристаллами куммингтонита. Дар Д. И. Белаковского. *Conselheiro Lafaiete, Minas Gerais, Бразилия. Образец 10 см. ММФ № 93322. Фото М. Моисеева.*

**Азурит.** Сrostок сферических конкреций размером до 5 см. Дар К. С. Бердышевой. *Рубцовский рудник, Алтайский край, Россия. Образец 10 см. ММФ № 93817. Фото М. Моисеева*

Как известно, с 1885 г. Александр III ежегодно заказывал фирме Фаберже драгоценные пасхальные яйца для императрицы Марии Федоровны. После смерти отца эту традицию продолжил Николай II, преподнесивший такие подарки и своей матери, и своей жене Александре Федоровне. Но в 1917 г. эти два яйца не успели закончить. Николай II отрекся от престола, и никаких сведений о судьбе императорских пасхальных подарков не сохранилось. И лишь в 2002 г. было сопоставлено с сохранившимся эскизом то самое неоконченное изделие, переданное музею А. Фаберже. На обсуждении Реставрационного совета по прикладному искусству музея-заповедника «Московский Кремль» была подтверждена подлинность этого экспоната как неоконченного пасхального яйца фирмы Фаберже, получившего название «Цесаревич Алексей».

Расположение созвездий на верхней полусфере соответствует положению небесных тел на 12 августа 1904 г. – дате рождения цесаревича. Цесаревич родился под знаком Льва, и именно в этом созвездии на верхней сфере должен был находиться самый крупный бриллиант (Чистякова, 2004; Генералов, 2006). В реставрационных мастерских Кремля яйцо было, наконец, собрано в единый предмет, хотя так и осталось без бриллиантов. Для сочленения двух полусфер использовали белый синтетический материал, чтобы вставка отличалась от оригинальных элементов и была заметна.

## В музейных экспозициях

На сегодняшний день в музейных экспозициях представлено не более десятой части от всех 140 тыс. хранящихся здесь образцов, но даже просто перечислить все уникальные экспонаты не представляется возможным. Из 5 тыс. известных на сегодня минеральных видов только на систематической экспозиции представлено около 3,5 тыс., причем значительная часть – выдающимися по качеству образцами.

Все музейные выставки являются тематическими, например, «Разнообразие минеральных видов», «Подделочные и драгоценные камни», «Метеориты» и т. д. Выставка «Типы минеральных ассоциаций в земной коре» рассказывает о распределении в земной коре минералов, образовавшихся при различных геологических процессах, начиная от минералов, кристаллизовавшихся из магматических расплавов на больших глубинах при высоких температурах до «низкотемпературных», формирующихся на поверхности Земли при выветривании горных пород и руд или в соляных бассейнах. А на выставке «Минералогия химических элементов» представлены ряды минералов, в которых накапливается тот или иной химический элемент при различных минералообразующих процессах.

Выставки обновляются и дополняются новыми поступлениями. К постоянно модернизируемым экспозициям относится, к примеру, выставка «Систематика минералов». Этой проблеме посвящали свои работы многие выдающиеся ученые и руководители музея, от Ломоносова до Ферсмана. Современная экспозиция построена на идеях профессора А. А. Годовикова о связи химического состава минералов с их структурой и свойствами (Годовиков, 1997). Музейные фонды ежегодно пополняются примерно на 500 новых образцов, причем в последние годы особенное внимание уделяется не только научной, но также эстетической ценности предметов.

В музее есть что рассказать и что показать и помимо богатейших коллекций и великолепных выставок: научно-исследовательская лаборатория музея оснащена современной аппаратурой, а ее сотрудники только за последнее десятилетие открыли и изучили свыше двадцати новых минеральных видов. О весомом научном вкладе в развитие минералогии сотрудников музея свидетельствует и тот примечательный факт, что в их честь названо более тридцати минералов и их разновидностей, среди которых – ломоносовит и беталомоносовит, вернадит и вернадскиит, ферсмит и ферсманит, севергинит, лабунцовит, крыжановскит, георгбарсановит, орловит, годовиковит, вистепит, новгородоваит, паутовит и др.

В современной России Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана РАН наряду с другими научными, образовательными и просветительскими учреждениями является частью важнейшей системы интеллектуального и эстетического развития людей и общества в целом.

По сути, он является таким же национальным достоянием, как Эрмитаж, Большой театр, Третьяковская галерея и другие жемчужины России. Такие музеи надо беречь и всячески поддерживать, чтобы не утратить их уникальные коллекции и сохранить их для будущих поколений.

*Ферсман А. Е. Занимательная минералогия. М., 1928.*

*Ферсман А. Е. Очерки по минералогии и геохимии. М.: Наука, 1977.*

*Ферсман А. Е. Путешествия за камнем. М.: Издательство Академии Наук СССР, 1960.*

*Ферсман А. Е. Воспоминания о камне. М.: Молодая Гвардия, 1974. 176 с.*

*Севергин В. М. Царство ископаемых. В 2 т., Спб. 1791.*

*Севергин В. М. Первые основания минералогии, или Естественной истории ископаемых тел в 2-х тт., Спб. 1798:*



## ГОДОВЫЕ И ТЕМАТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКТЫ

ЖУРНАЛА «НАУКА ИЗ ПЕРВЫХ РУК» (ПЕЧАТНАЯ ВЕРСИЯ)

можно приобрести наложенным платежом

через Почту России (только на территории РФ), заполнив заявку:

1. Прошу оформить покупку следующих комплектов/номеров журнала (выбрать нужно):

При заказе ТРЕХ и более номеров журнала – СКИДКА 5%

Годовые комплекты журналов по ЛЬГОТНОЙ цене:		На русском языке	На английском языке
2005 г.	2 номера	100 руб. <input type="checkbox"/>	3 номера <input type="checkbox"/> 130 руб.
2006 г.	6 номеров	360 руб. <input type="checkbox"/>	2 номера <input type="checkbox"/> 100 руб.
2007 г.	6 номеров	420 руб. <input type="checkbox"/>	7 номеров <input type="checkbox"/> 490 руб.
2008 г.	6 номеров	480 руб. <input type="checkbox"/>	6 номеров <input type="checkbox"/> 480 руб.
2009 г.	6 номеров	540 руб. <input type="checkbox"/>	
2010 г.	6 номеров	600 руб. <input type="checkbox"/>	
2011 г.	6 номеров	660 руб. <input type="checkbox"/>	
2012 г.	6 номеров	720 руб. <input type="checkbox"/>	
2013 г.	6 номеров	780 руб. <input type="checkbox"/>	
2014 г.	6 номеров	900 руб. <input type="checkbox"/>	
Коллекцию журналов по ЛЬГОТНОЙ цене: 56 номеров		5560 руб. <input type="checkbox"/>	18 номеров <input type="checkbox"/> 1200 руб.
Тематические комплекты по ЛЬГОТНОЙ цене:			
№ 1 «Эволюция и происхождение жизни»	8 номеров	570 руб. <input type="checkbox"/>	
№ 2 «Археология»	20 номеров	1 810 руб. <input type="checkbox"/>	
№ 3 «История освоения Сибири: Великая Северная Экспедиция»	6 номеров	450 руб. <input type="checkbox"/>	
№ 4 «История науки»	26 номеров	2 360 руб. <input type="checkbox"/>	
№ 5 «Коренные народы Сибири»	12 номеров	940 руб. <input type="checkbox"/>	
№ 6 «Человек»	26 номеров	2430 руб. <input type="checkbox"/>	

### Отдельные номера журнала на русском языке:

2015 № 1 (61) <input type="checkbox"/> 150		
2014 № 3-4 (57-58) <input type="checkbox"/> 300	№ 5 (59) <input type="checkbox"/>	№ 6 (60) <input type="checkbox"/> 150
№ 1 (55) <input type="checkbox"/>	№ 2 (56) <input type="checkbox"/>	
2013 № 4 (52) <input type="checkbox"/> 130		№ 5-6 (53-54) <input type="checkbox"/> 260
№ 1 (49) <input type="checkbox"/>	№ 2 (50) <input type="checkbox"/>	№ 3 (51) <input type="checkbox"/> 130
2012 № 4 (46) <input type="checkbox"/>	№ 5 (47) <input type="checkbox"/>	№ 6 (48) <input type="checkbox"/> 120
№ 1 (43) <input type="checkbox"/>	№ 2 (44) <input type="checkbox"/>	№ 3 (45) <input type="checkbox"/>
2011 № 6 (42) <input type="checkbox"/>	№ 5 (41) <input type="checkbox"/>	№ 4 (40) <input type="checkbox"/> 110
№ 1 (37) <input type="checkbox"/>	№ 2 (38) <input type="checkbox"/>	№ 3 (39) <input type="checkbox"/>
2010 № 1 (31) <input type="checkbox"/>	№ 2 (32) <input type="checkbox"/>	№ 3 (33) <input type="checkbox"/> 100
№ 4 (34) <input type="checkbox"/>	№ 5 (35) <input type="checkbox"/>	№ 6 (36) <input type="checkbox"/>
2009 № 1 (25) <input type="checkbox"/>	№ 2 (26) <input type="checkbox"/>	№ 3 (27) <input type="checkbox"/> 90
№ 4 (28) <input type="checkbox"/>	№ 5 (29) <input type="checkbox"/>	№ 6 (30) <input type="checkbox"/>
2008 № 1 (19) <input type="checkbox"/>	№ 2 (20) <input type="checkbox"/>	№ 3 (21) <input type="checkbox"/> 80
№ 4 (22) <input type="checkbox"/>	№ 5 (23) <input type="checkbox"/>	№ 6 (24) <input type="checkbox"/>
2007 № 1 (13) <input type="checkbox"/>	№ 2 (14) <input type="checkbox"/>	№ 3 (15) <input type="checkbox"/> 70
№ 4 (16) <input type="checkbox"/>	№ 5 (17) <input type="checkbox"/>	№ 6 (18) <input type="checkbox"/>

Цена одного номера, руб.

### Отдельные номера журнала на английском языке

2006 № 1 (7) <input type="checkbox"/>	№ 2 (8) <input type="checkbox"/>	№ 3 (9) <input type="checkbox"/>	
№ 4 (10) <input type="checkbox"/>	№ 5 (11) <input type="checkbox"/>	№ 6 (12) <input type="checkbox"/>	80
2005 № 2 (5) <input type="checkbox"/>	№ 3 (6) <input type="checkbox"/>		60
2007 № 1 (13) <input type="checkbox"/>	№ 2 (14) <input type="checkbox"/>	№ 3 (15) <input type="checkbox"/>	
№ 4 (16) <input type="checkbox"/>	№ 5 (17) <input type="checkbox"/>	№ 6 (18) <input type="checkbox"/>	90
2006 № 1 (6) <input type="checkbox"/>	№ 2 (7) <input type="checkbox"/>	№ 3 (8) <input type="checkbox"/>	
№ 4 (9) <input type="checkbox"/>	№ 5 (10) <input type="checkbox"/>	№ 6 (11) <input type="checkbox"/>	№ 7 (12) <input type="checkbox"/> 80
2005 № 1 (4) <input type="checkbox"/>	№ 2 (5) <input type="checkbox"/>		60
2004 № 0 (1) <input type="checkbox"/>	№ 1 (2) <input type="checkbox"/>	№ 2 (3) <input type="checkbox"/>	50

Цена одного номера, руб.

2. Ф. И. О. \_\_\_\_\_

3. Почтовый адрес: \_\_\_\_\_

Индекс \_\_\_\_\_ Город \_\_\_\_\_

Тел./факс \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_

Комплекты и отдельные номера журналов можно купить в редакции по адресу:

г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 11, тел./факс: (383) 330-27-22, 330-26-67, e-mail: zakaz@infolio-press.ru

В стоимость покупки не входят расходы на доставку журналов

## ПОДПИСКА для ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ

Стоимость подписки на полугодие – 690 руб.  
Стоимость подписки на год – 1380 руб.

● Чтобы оформить подписку на 2015 г., заполните заявку:

● **Оплатите** стоимость подписки в любом банке

● **Вышлите** заполненную заявку и копию квитанции о переводе денег по адресу: 630090, г. Новосибирск, а/я 96. Редакция журнала «НАУКА из первых рук»

● или **отправьте по факсу:** 8 (383) 330-26-67

1. Прошу оформить подписку на журнал «НАУКА из первых рук» на первое, второе полугодие, год (нужное подчеркнуть)  
Количество экземпляров \_\_\_\_\_

2. Ф. И. О. \_\_\_\_\_

3. Почтовый адрес: \_\_\_\_\_

Индекс \_\_\_\_\_

Тел./факс \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_

Копия квитанции об оплате от \_\_\_\_\_ (дата оплаты)

### ИЗВЕЩЕНИЕ

Форма № ПД-4

Получатель платежа: ООО «ИНФОЛИО» ИНН 5408148073

Банк: ОАО «МДМ БАНК», г. Новосибирск, БИК 045004821

Счет получателя 40702810603120002214 К/с 30101810100000000821

Ф. И. О., адрес \_\_\_\_\_

Журнал «НАУКА из первых рук» Цена Кол-во Сумма

Всего

Плательщик

Кассир

### ИЗВЕЩЕНИЕ

Форма № ПД-4

Получатель платежа: ООО «ИНФОЛИО» ИНН 5408148073

Банк: ОАО «МДМ БАНК», г. Новосибирск, БИК 045004821

Счет получателя 40702810603120002214 К/с 30101810100000000821

Ф. И. О., адрес \_\_\_\_\_

Журнал «НАУКА из первых рук» Цена Кол-во Сумма

Всего

Плательщик

Кассир

Вы также можете оформить подписку на сайте: [www.sciencefirsthand.ru](http://www.sciencefirsthand.ru)

В стоимость подписки включена доставка журналов заказной бандеролью



# ПОДПИСКА для ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ

Стоимость подписки на полугодие – 690 руб.  
Стоимость подписки на год – 1380 руб.



## Чтобы оформить подписку на 2015 г., заполните заявку:

1. Полное наименование организации \_\_\_\_\_
2. Юридический адрес \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. ИНН/КПП \_\_\_\_\_
4. Тел./ факс \_\_\_\_\_
5. E-mail \_\_\_\_\_
6. Контактное лицо (Ф.И.О. полностью) \_\_\_\_\_
7. Ваши реквизиты для получения изданий по почте \_\_\_\_\_  
Почтовый адрес (включая индекс) \_\_\_\_\_
8. Получатель издания в организации (отдел, Ф.И.О.) \_\_\_\_\_
9. Прошу выслать счет на подписку  
журнала «НАУКА из первых рук» на первое, второе полугодие, год (нужное подчеркнуть),  
количество экземпляров \_\_\_\_\_

почтой  факсом  e-mail

## и вышлите ее по адресу:

**Редакция журнала  
«НАУКА из первых рук»  
630090, г. Новосибирск,  
а/я 96**

или отправьте по факсу:  
8 (383) 330-26-67

или по e-mail: [zakaz@infolio-press.ru](mailto:zakaz@infolio-press.ru)

Счет на оплату будет выслан  
в течение трех рабочих дней после  
получения заявки

### По всем вопросам обращаться:

Тел.: 8 (383) 330-27-22.

Факс: 8 (383) 330-26-67,

e-mail: [zakaz@infolio-press.ru](mailto:zakaz@infolio-press.ru)

Вы также можете оформить  
подписку на нашем сайте:  
[www.sciencefirsthand.ru](http://www.sciencefirsthand.ru)  
[www.sibsciencenews.org](http://www.sibsciencenews.org)

● Подписка на электронную  
и мобильную версию журнала:  
Пресса.ру: [www.ppressa.ru](http://www.ppressa.ru)

● Подписка на электронную журналы:  
Научная электронная библиотека e-library:  
[www.e-library.ru](http://www.e-library.ru)

● Подписка по каталогам:  
Агентство «Урал-Пресс»  
[www.ural-press.ru](http://www.ural-press.ru)

● Подписка on-line:  
Агентство «Деловая пресса»: [www.delpress.ru](http://www.delpress.ru)

Интернет магазин «PRESS cafe»:  
[www.presscafe.ru](http://www.presscafe.ru)

МК-периодика: [www.periodicals.ru](http://www.periodicals.ru)

Информнаука: [www.informnauka.com](http://www.informnauka.com)



## Платежные реквизиты:

ООО «ИНФОЛИО»,

ИНН 5408148073

КПП 540801001

Р/счет 407 02 810 603 120 002 214

в ОАО «МДМ БАНК»,

г. Новосибирск

Кор/счет 30101810100000000821,

БИК 045004821





*Приразломное месторождение. Печорское море, апрель 2014.  
© ОАО Газпром нефть, 2015*

ISSN 18-10-3960

