

Познавательный журнал для хороших людей

НАУКА

из первых рук

www.scfh.ru

6⁽⁶⁰⁾ ● 2014

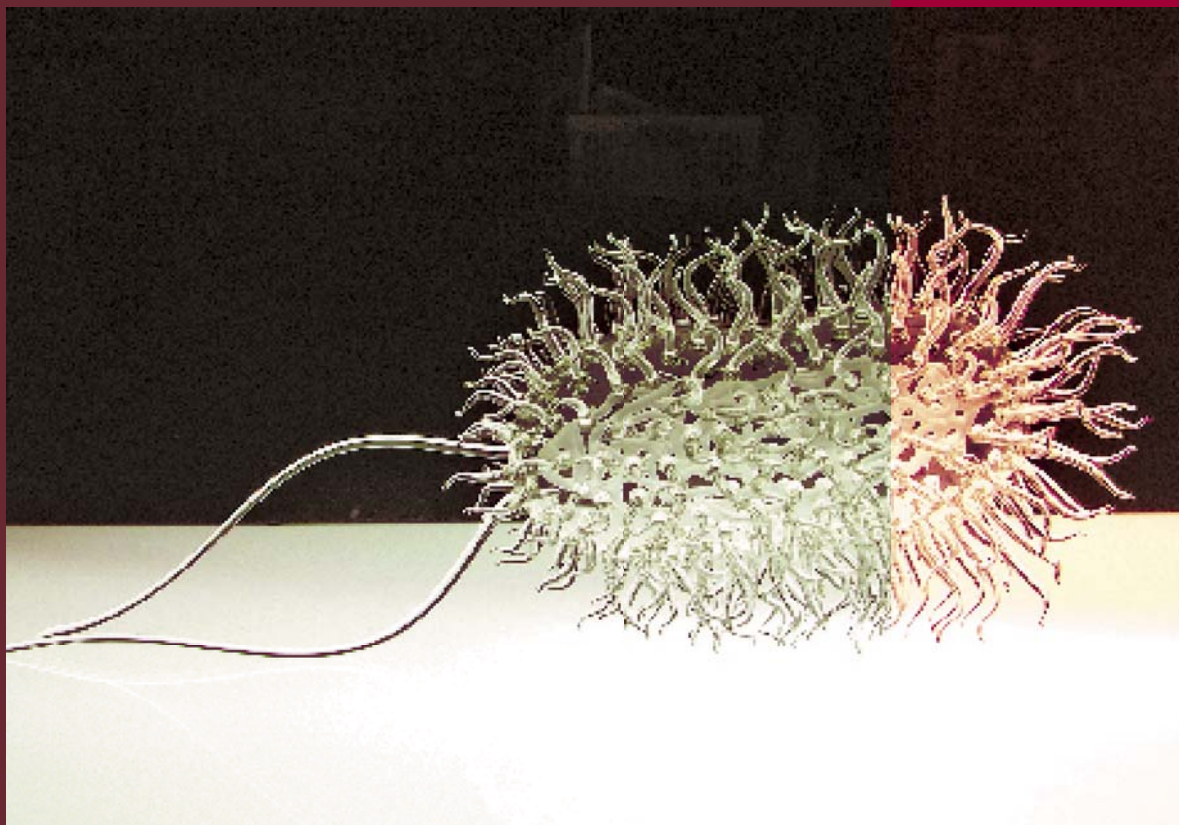
СМЕРТЬ ПРОМЕТЕЯ

«ЕВРАЗИЕЦ»
В НОРВЕГИИ

ПРОГУЛКА
ПО АТОМНЫМ
СТУПЕНЯМ

СТЕПНАЯ МОДА

СТЕПНАЯ МОДА



Каждый декабрь редакторы авторитетного журнала *Science* выбирают десятку наиболее выдающихся научных достижений уходящего года. В 2014 г. 10-е место на научном олимпе (и 1-е место в рейтинге читательских симпатий!) занял «апгрейд» генетического кода, проведенный учеными из Южной Каролины. Добавив к четырем известным «буквам» генетического кода два новых искусственных нуклеотида, названных соответственно X и Y, они создали свой вариант кишечной палочки с поистине неземным геномом.

На фото — стеклянная скульптура одной из самых известных бактерий, кишечной палочки *Escherichia coli*.

Стекло. Худ. Л. Джеррам

На первой странице обложки:

Н. В. Полосьмак «Степная мода. Вещи из гардероба древних кочевников»



НАУКА

из первых рук



В НОМЕРЕ:

Хотите сохранить голову – берегите печень: поражения этого органа ведут к возникновению «букета» нейropsychиатрических расстройств, с трудом поддающихся лечению

Из подорожника и других высших организмов, от грибов до млекопитающих, выделены вещества, в сверхмалых дозах способствующие регенерации поврежденной ткани без образования рубца

От богатого костюма, сшитого более 2 тыс. лет назад и обнаруженного новосибирскими археологами при раскопках кургана в горах Ноин-ула на севере Монголии, полностью сохранились лишь редкого кроя штаны с пришитыми к ним мягкими сапожками – «модный» атрибут варварской одежды всадника хунну

П. Н. Савицкий: «Именно за норвежцами мы можем признать наибольшее предопределение, покоящееся на естественных и культурных условиях, оказать нам содействие в использовании лесов, водопадов и ловов нашего Севера»

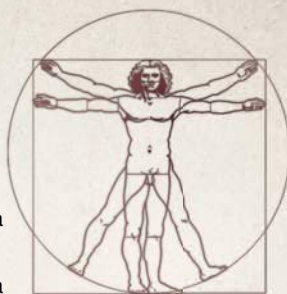
Познавательный журнал
для хороших людей

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@infolio-press.ru
e-mail: editor@infolio-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 1000 экз.

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

Дата выхода в свет 06.02.2015

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!

Подводя итоги уходящего года, так и хочется приве-
сти слова Омара Хайяма: «В этом темном мире истин-
ным считай только духовное богатство, ибо оно никогда
не обесценится». И к этим стабильным и непреходящим
ценностям, безусловно, относится наше неистребимое
желание познавать.

На страницах этого выпуска вы, как всегда, найдете
результаты интересных работ в самых разных на-
учных областях: узнаете об источнике целительной
силы подорожника и о том, как можно регенерировать
поврежденную ткань без образования рубца; познако-
митесь с «краснокишечным» представителем семейства
утиных – белоголовой савкой, которую успешно размно-
жают в неволе, и даже сможете в деталях рассмотреть
обнаруженный в кургане кочевников-хунну уникальный
предмет гардероба, сшитый две тысячи лет назад,
покрой и изысканные вышивки которого заставят «по-
зеленеть» от зависти современную модницу.

И все же в наше время мыслящему человеку непросто
оставаться в «башне из слоновой кости», как метафо-
рически принято называть «чистую» науку, ведь сам
процесс познания то и дело обращает нас к тревогам
и проблемам сегодняшнего дня. И в этом смысле очень
показательным примером служат материалы, связан-
ные с малоизвестным периодом жизни историка, эконо-
миста, географа и философа П.Н. Савицкого, во время
первой мировой войны служившего в императорской
дипломатической миссии в Норвегии.

Политические и экономические связи между этой
скандинавской страной и Россией имеют давние исто-
рические корни. Именно император Александр I стал
своего рода «крестным отцом» трех национальных
государств, появившихся на территории Фенноскандии
после разгрома Наполеона: Норвегии, Швеции и Финляндии.
Тогда, ровно два века назад, Норвегия получила свою
конституцию, хотя еще почти столетие ей пришлось
провести в составе принудительного союза со Швеци-
ей. Российская империя стала и первым государством,
установившим в 1905 г. дипломатические отношения
с независимой Норвегией.

Архивные документы, в том числе докладные записки
молодого дипломата, свидетельствуют о многообеща-
ющем будущем, ожидавшем русско-норвежские отно-
шения в начале прошлого века, которое было связано
с планами промышленного и хозяйственного подъема
Русского Севера и Сибири. «Море приближает [наш
Крайний Север] и связывает его с Норвегией. И поэтому
даже независимо от соображений политического ха-
рактера – именно за норвежцами мы можем признать
наибольшее предопределение, покоящееся на естествен-
ных и культурных условиях, оказать нам содействие
в использовании лесов, водопадов и ловов нашего Севе-



ра», – писал Савицкий. Роль же северных территорий
«в общем строе хозяйственной жизни России» виделась
ему совершенно особой: «Леса Севера должны послужить
России „платежным средством“ всех финансовых обяза-
тельств за границей... Север, тем самым, будет давать
остальной России возможность избежать лишений и пол-
ностью удовлетворить свои потребности». Несмотря
на радикальные постреволюционные преобразования
нашей страны, эти экономические предвидения Савиц-
кого оправдались, сначала в отношении лесных богатств,
а впоследствии – новой природной «валюты», которой
стало „черное золото“.

Что же касается Норвегии, то эта еще недавно от-
носительно небогатая рыболовецкая страна в 2013 г.
возглавила список государств с самым высоким уровнем
жизни населения. Разгадка феномена проста: с 1970 г.
там начали промышленно добывать нефть, и сегодня
Норвегия вместе с Россией и Саудовской Аравией входит
в тройку крупнейших мировых экспортеров углеводо-
родного сырья. Не дискутируя о причинах, по которым
«богатая» Россия не входит в триумvirат самых
«благополучных» стран мира, упомянем, что наряду
со свободным рынком в Норвегии существует государ-
ственное регулирование ключевых сфер экономики, в том
числе нефтяного сектора.

И сегодня маленькая северная страна с населением
в пять миллионов человек является для России важней-
шим потенциальным партнером по освоению нефтега-
зоносного арктического шельфа и поставщиком самых
передовых нефтегазодобывающих и промышленных
технологий. Ее историческая судьба – хороший повод для
нас задуматься о будущем своей собственной страны
и о достойных путях выхода из надвигающегося эконо-
мического и социального кризиса.

Академик Н.Л. Добрецов,
главный редактор



У опасных червей-паразитов человека – альвеолярных **ЭХИНОКОККОВ**, поражающих печень, – выявлены **ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ФОРМЫ** с разной патогенностью. **С. 24**

РУССКОГО ЦАРЯ Александра I можно считать «**КРЕСТНЫМ ОТЦОМ**» трех национальных государств, возникших на территории Фенноскандии после **РАЗГРОМА НАПОЛЕОНА**. **С. 42**

.01

ЧЕЛОВЕК

- 6** **В. В. Дынник**
Смерть Прометея: печеночная недостаточность и ее влияние на мозг
- 16** **М. С. Краснов**
Биорегуляторы регенерации – работают в сверхмалых дозах
- 24** **С. В. Коняев, Г. М. Инговатова, Ж. Р. Каболов, Я. Н. Шойхет, А. Я. Бондарев**
Альвеолярные эхинококки: паразит паразиту рознь

.02

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

- 30** **В. А. Карелин, Й. П. Нильсен**
Петр Николаевич Савицкий: «евразиец» в Норвегии

.03

КНИЖНАЯ ПОЛКА. НОВИНКИ

- 42** **Й. П. Нильсен**
Две души и одна мысль. Россия и создание шведско-норвежской унии в 1814 г.



Благодаря **СВЕРХВЫСОКОВАКУУМНЫМ** технологиям стало возможным контролировать процессы **НА ПОВЕРХНОСТИ** нанообъектов с помощью отражательной электронной **МИКРОСКОПИИ**. **С. 48**

Чтобы сохранить **АБОРИГЕННЫЙ** вид уток, Евросоюз потратил более **5 МЛН ФУНТОВ** на **ОТСТРЕЛ** 6,5 тыс. «заморских» птиц. **С. 88**



.04

НАУКА ТЕХНОЛОГИЯМ

- 48** **Л. И. Федина, А. В. Латышев**
Прогулка по атомным ступеням, или Как перейти от фундаментальных исследований на поверхности к измерениям в мире нано
- 60** **С. С. Косолюбов**
Как начиналась ОЭМ

.05

ГИПОТЕЗЫ И ФАКТЫ

- 64** **Н. В. Полосьмак**
Степная мода: вещи из гардероба древних кочевников

.06

ЛИЦОМ К ПРИРОДЕ

- 88** **В. А. Шило, С. Н. Климова**
У савки будет будущее

.07

НАУКА В КАРТИНКАХ

- 98** На пересечении науки и искусства
- 105** «Бесконечная общность объемлет все...»

СМЕРТЬ ПРОМЕТЕЯ

Печеночная недостаточность и ее влияние на мозг



Ключевые слова: печеночная энцефалопатия, цирроз печени, токсичность иона аммония.
Key words: hepatic encephalopathy, liver cirrhosis, ammonia toxicity

Согласно древнегреческим мифам, титан Прометей был жестоко наказан за помощь людям: каждый вечер в течение многих столетий к прикованному к скале герою прилетал орел Зевса, чтобы терзать его печень. К счастью, благодаря известному с древности чудесному свойству этого органа – регенерации, – печень Прометея к утру восстанавливалась. Но что случится, если клюв орла заменят вирусы или токсины, а место бессмертного божества займет обычный человек? Ответ на этот вопрос знал еще Гиппократ: цирроз и печеночная энцефалопатия – сначала апатия, сменяемая агрессией, спутанность сознания, мышечные судороги, кома и, наконец, смерть. Такая судьба ожидает в наши дни одного из нескольких тысяч людей...

Печеночная энцефалопатия – это дисфункция мозга, целый «букет» нейропсихиатрических нарушений, которые возникают в ответ на острые или хронические поражения печени, когда этот орган утрачивает функции активного фильтра, способного нейтрализовать поступающие в кровь токсины, в первую очередь – ион аммония (NH_4^+).

Судя по письменным источникам, связь болезней печени и нарушений функций мозга впервые отметил знаменитый древнегреческий врач Гиппократ, живший 2,5 тыс. лет назад, хотя не исключено, что подобные явления задолго до этого были известны шумерам, древним египтянам и китайцам. Конечно, энцефалопатии мозга могут вызываться болезнями и других органов (например, почек), а также недостаточным кровообращением или прямой инфекцией мозга, но эти причины менее распространены.

Начало современным медико-биологическим исследованиям печеночных энцефалопатий было положено в конце XIX в. Последующие за ними 120 лет, отмеченные открытиями и заблуждениями, упорным трудом и невезеньем одних и удачей других, в какой-то мере напоминают вековую историю поиска европейцами морских путей в Индию.

Различают несколько стадий хронических печеночных энцефалопатий (Ferencsi et al., 1999). На нулевой стадии заболевания клинических и психометрических признаков нет. На стадии минимальной печеночной энцефалопатии отмечаются небольшие изменения концентрации внимания и моторных функций мозга, обнаруживаемые только с помощью специальных тестов. Следующие стадии характеризуются спектром явно выраженных психических, поведенческих и двигательных нарушений. Сначала появляется забывчивость и рассеянность, бессонница или сонливость, дискоординация и утомляемость. Затем – апатия, летаргия, тремор рук, сбивчивая речь, эксцентричное поведение. За ними следует дезориентация во времени и пространстве, амнезия, приступы ярости, гиперрефлексия. И, наконец, потеря сознания, утрата рефлексов и кома



ДЫННИК Владимир Владимирович – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН (Пушино, Московская область). Автор и соавтор 67 научных работ и 2 патентов

© В. В. Дынник, 2015

От синдрома «мясной интоксикации» собак – к печеночной коме человека

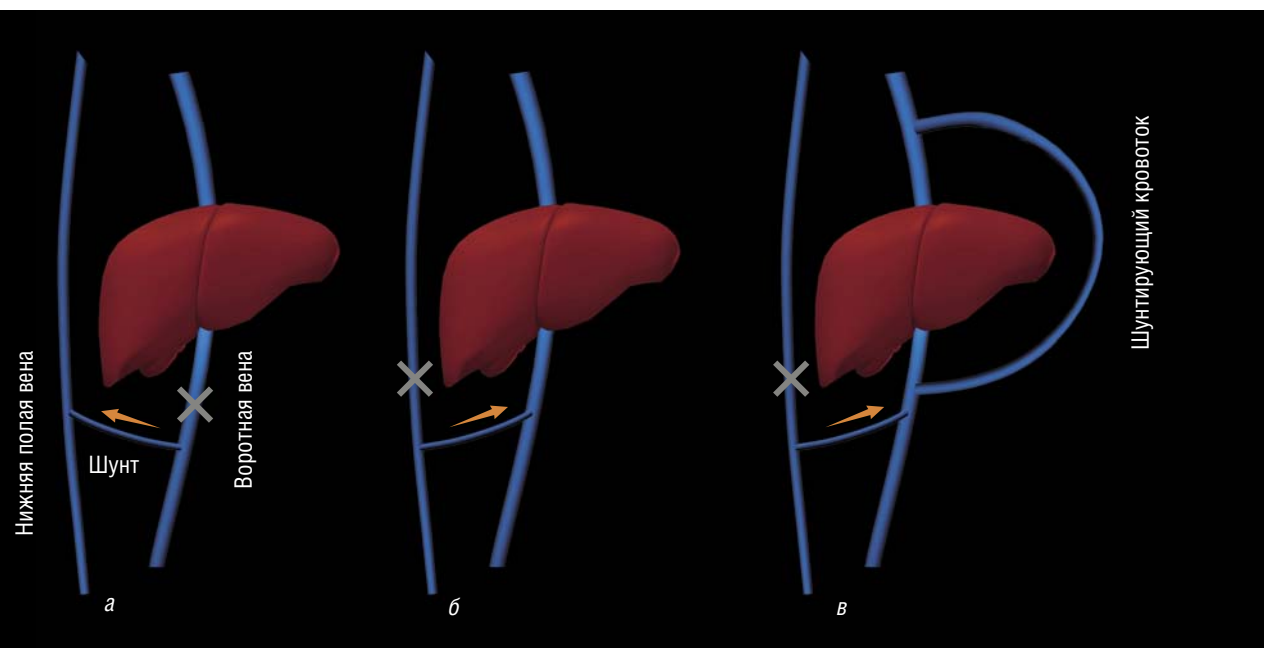
Отсчет экспериментального изучения связей между заболеваниями печени и поражением мозга следует вести с 1877 г., когда образованнейший русский врач того времени Н. В. Экк, желая разгрузить печеночный кровоток, разработал хирургический метод создания путей оттока крови из воротной вены, несущей кровь от органов пищеварения в нижнюю полую вену, минуя печень. Однако из восьми прооперированных им собак семь погибли в течение нескольких дней после операции.

Спустя шесть лет эстафету Экка принял выдающийся русский ученый, будущий нобелевский лауреат И. П. Павлов, который работал во вновь открытом Императорском институте экспериментальной медицины в Санкт-Петербурге (на его оснащение и, в первую очередь, на оснащение лаборатории Павлова, А. Нобель

предоставил грант в 10 тыс. рублей – огромные деньги по тем временам!). В своей классической работе Павлов разработал обратный шунт, при котором, наоборот, весь системный кровоток из воротной и нижней полых вен направлялся в печень (Hahn *et al.*, 1893). Таким образом, была создана первая экспериментальная модель естественного шунта печеночного кровотока, который возникает при циррозе печени и портальной гипертензии в качестве компенсаторного «обходного» кровообращения, поскольку при этой болезни разрушающаяся ткань печени не может уже пропускать необходимые объемы крови.

Оказалось, что прооперированные собаки не могут переносить пищу с высоким содержанием белков. Раздражительность, агрессивность, хлопающая и шатающаяся походка, блуждающий взгляд и слепота быстро сменялись ступором, судорогами, комой и гибелью животных. При отсутствии мяса (а следовательно, и избытка азота) в пище симптомы исчезали.

В норме кровь из воротной вены, собирающей кровь из желудочно-кишечного тракта, проходит через печень, где и «очищается» от токсинов. Далее кровь поступает в нижнюю полую вену и в итоге в сосуды головного мозга. Для исследования роли печени Н. В. Экк соединил воротную вену и нижнюю полую вену прямым шунтом, в результате чего «неочищенная» кровь поступала в мозг, минуя печень (а). И. П. Павлов разработал обратный шунт, при котором, наоборот, весь кровоток из воротной и нижней полых вен направляется в печень (б). Поскольку при обратном шунте на входе в печень возникает избыточное давление крови, это приводит к развитию компенсаторного шунтирующего кровотока, такого же, как при циррозе печени (в)



Первым, кто увидел связь ожирения внутренних органов, сердечно-сосудистых и печеночных заболеваний, был французский врач XIX в. Р. Лаэннек (слева). А нашему знаменитому врачу И. П. Павлову (справа) удалось создать первую экспериментальную модель «обходного» кровообращения, возникающего при циррозе печени.
 Nobel Media AB, 2015



ОСТРЫЕ И ХРОНИЧЕСКИЕ

Печеночные энцефалопатии классифицируются на острые и хронические в зависимости от типа печеночных нарушений, послуживших их причиной.

В основе хронических печеночных энцефалопатий чаще всего лежит прогрессирующий цирроз печени – необратимое замещение нормальной печеночной ткани фиброзной соединительной («рубцовой»). Кстати сказать, первым, кто увидел связь ожирения внутренних органов с развитием сердечно-сосудистых и печеночных заболеваний, был знаменитый французский врач и патологоанатом, изобретатель стетоскопа Р. Лаэннек. Он и ввел в 1819 г. сам термин цирроз (от греч. «желтый/оранжевый»), указывающий на изменение цвета печени в результате ее жирового перерождения.

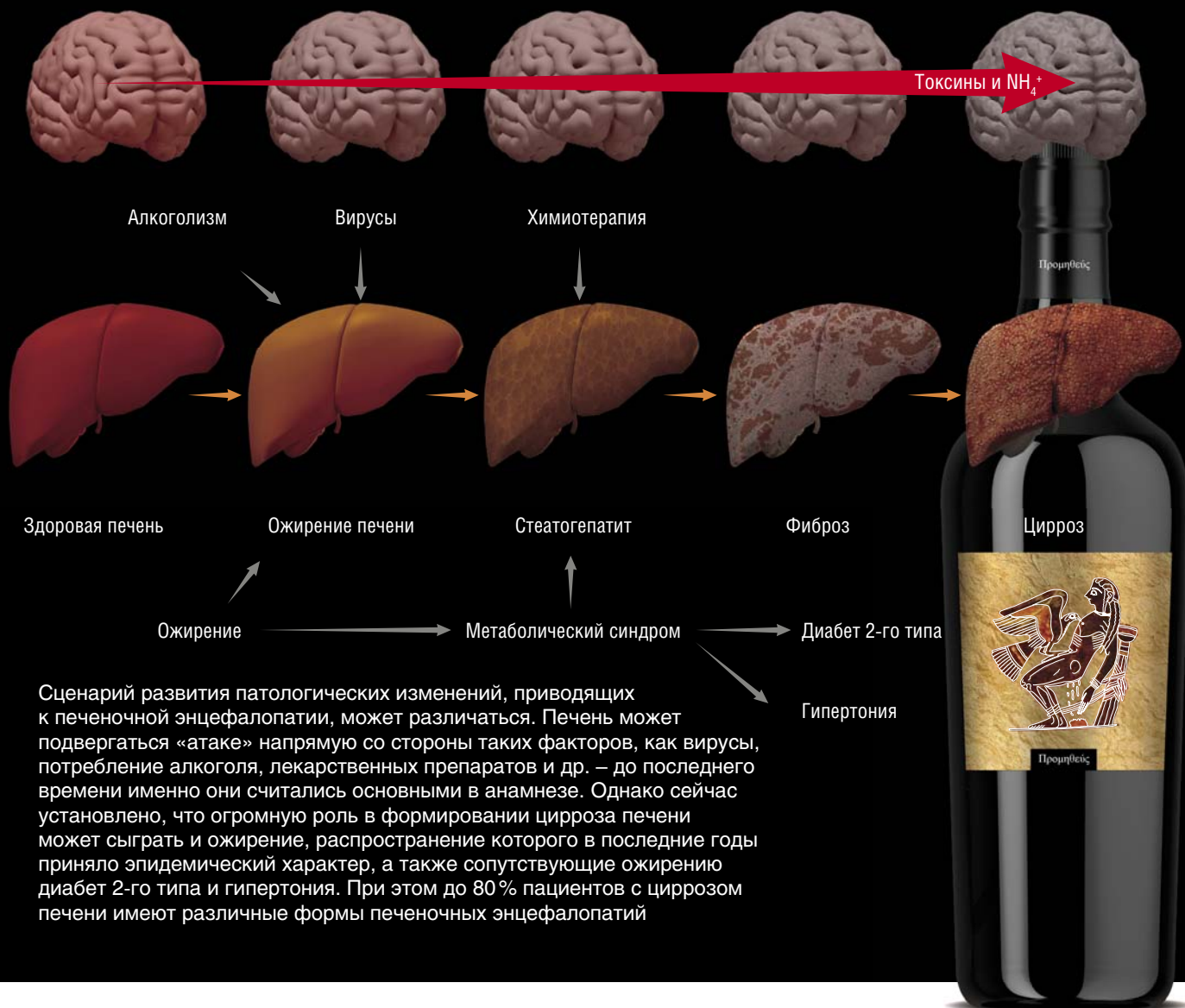
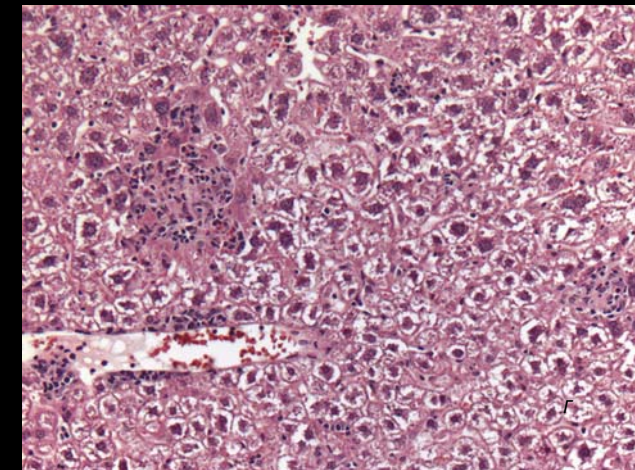
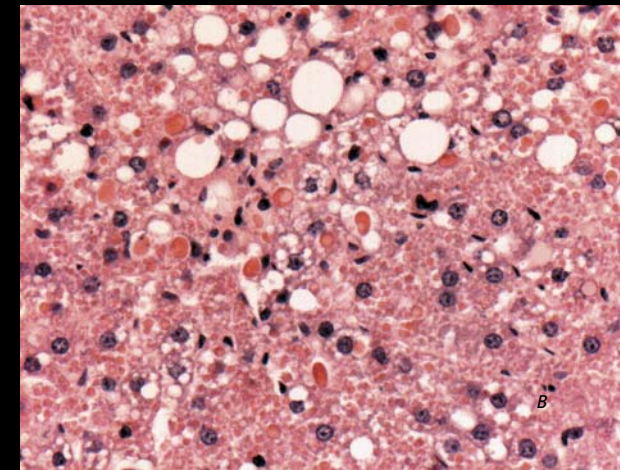
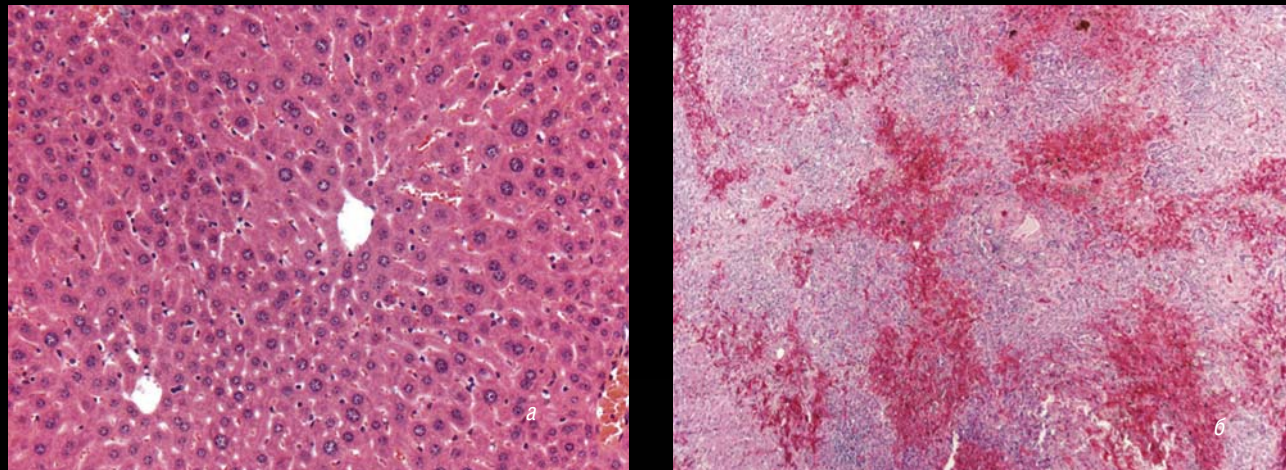
Цирроз может развиваться в результате ряда болезней: алкогольного или неалкогольного (при диабете 2-го типа) стеатогепатита (воспалительного процесса, вызванного жировым перерождением печени), вирусных гепатитов, аутоиммунных заболеваний. Срок жизни пациентов с прогрессирующим циррозом печени не превышает 3–6 лет. В России смертность от этих болезней составляет не менее 75–100 тыс. человек в год, хотя официальная статистика по ним не ведется.

Среди опаснейших осложнений цирроза – портальная гипертензия, синдром повышенного давления в системе воротной вены, вызванного нарушением кровотока, которая приводит к развитию желудочно-кишечных кровотечений, увеличению селезенки и т. д. И конечно, хронические печеночные энцефалопатии, которые отмечаются у 80% таких пациентов. Проходя последовательные стадии развития болезни: гепатит–фиброз–цирроз, печень постепенно утрачивает функции активного фильтра. Избыток иона аммония и сопряженных с ним вторичных токсинов (жирных кислот,

провоспалительных цитокинов, нейростероидов и др.) воздействует на клетки мозга и других органов, приводя к развитию медленно текущего генерализованного заболевания, заканчивающегося неизбежной гибелью пациента. Острые печеночные энцефалопатии возникают, когда печень утрачивает свои функции активного фильтра за очень короткий промежуток времени, от нескольких часов до нескольких суток. Такая острая печеночная недостаточность может быть вызвана вирусными, токсическими или лекарственными поражениями печени, сопровождающимися ее жировым перерождением. В некоторых случаях причиной являются врожденные дефекты ферментов различных метаболических путей, вследствие чего в организме накапливаются токсичные метаболиты, способные вызвать дисфункцию печени.

Особое внимание заслуживают лекарственные поражения печени. Сегодня из более чем 12 тыс. лекарств, находящихся в мировом фармацевтическом обороте, около тысячи потенциально токсичны при передозировке и, что еще более опасно, в сочетании с другими повреждающими факторами. К таким веществам относятся антибиотики, интерфероны, антиконвульсанты, трициклические антидепрессанты, противовоспалительные препараты, наркотические вещества и т. д.

Характерный пример – обычный аспирин, введенный в медицинскую практику в конце XIX в. и являющийся в настоящее время одним из двадцати наиболее востребованных препаратов. На фоне некоторых вирусных заболеваний прием аспирина может привести к быстрому микрокапельному ожирению клеток печени и других органов и тканей с развитием синдрома Рейе и других подобных заболеваний



Сценарий развития патологических изменений, приводящих к печеночной энцефалопатии, может различаться. Печень может подвергаться «атаке» напрямую со стороны таких факторов, как вирусы, потребление алкоголя, лекарственных препаратов и др. – до последнего времени именно они считались основными в анамнезе. Однако сейчас установлено, что огромную роль в формировании цирроза печени может сыграть и ожирение, распространение которого в последние годы приняло эпидемический характер, а также сопутствующие ожирению диабет 2-го типа и гипертония. При этом до 80% пациентов с циррозом печени имеют различные формы печеночных энцефалопатий

Используя модель печеночного шунта Павлова, известный польский биохимик М. Ненски провел собственные исследования, выявившие ключевую роль накапливающихся количеств азота (иона аммония) в исследуемых процессах (Nencki & Zaleski, 1895). К концу 1890-х гг., когда стало понятно, что все наблюдаемые эффекты могут быть связаны с накапливающимся в крови ионом аммония, была опубликована итоговая совместная работа ученых относительно баланса азота в организме (Nencki *et al.*, 1896). В ней было постулировано, что аммоний метаболизируется в печени до мочевины, и что нарушения этого процесса при шунтировании печеночного кровотока приводят к развитию дисфункции мозга.

Однако понадобилось еще свыше полувека исследований, чтобы синдром «мясной интоксикации» собак был недвусмысленно соотнесен с печеночной комой у человека, а нарушения метаболизма иона аммония при циррозе печени стали рассматриваться как основная причина дисфункции мозга (Burchi, 1927; Van Gulaert & Deviller, 1932, Sherlock *et al.*, 1954).

Было установлено, что резкое увеличение концентрации иона аммония в крови может происходить при септическом шоке, остановке работы сердца, интенсивных физических нагрузках, вообще при кислородном голодании (Parnas *et al.*, 1926; Nelson *et al.*, 1953). Также обнаружилось, что энцефалопатии могут возникать у пациентов и в отсутствие цирроза, например, при скоротечном жировом перерождении печени (Brain *et al.*, 1927; Mann *et al.*, 1962; Reye *et al.*, 1963).

Следуя поговорке о том, что «новое – это хорошо забытое старое», некоторые исследователи, знакомые с работами Павлова, для лечения пациентов с циррозом

Гистологические срезы печени лабораторных мышей демонстрируют все стадии острого токсического поражения печени, характеризующегося некрозом гепатоцитов, микрокапельным ожирением и прорастанием соединительной ткани: а – норма; б – острый токсический гепатит; в – хронический стеатогепатит (желтым цветом показаны скопления капель жира – липидов); г – фиброз (темные скопления)

печени стали использовать соли аммония или оперативным путем устанавливать прямой шунт печеночного кровотока. Естественно, все это неминуемо приводило к гибели пациентов. Применение метода проб и ошибок в лечении пациентов с циррозом и печеночными энцефалопатиями при отсутствии развернутых представлений о механизмах и генезе патологических процессов было вполне характерно для исследований первой половины XX в., и, как ни печально, послужило неизбежной платой за получение знаний.

Наконец, во второй половине XX в. были разработаны экспериментальные модели печеночных энцефалопатий на лабораторных животных, на которых стали проводиться исследования механизмов токсического действия иона аммония и вторичных токсинов и поиска защитных терапевтических средств. В последней четверти прошлого столетия с появлением методов прижизненных клеточных исследований с использованием флуоресцентной микроскопии, а также методов иммунохимии и генной инженерии, фокус исследований сместился на субклеточный и молекулярный уровень.

Отек мозга – в чем причины?

К настоящему времени опубликованы сотни тысяч работ, посвященных исследованиям механизмов патогенеза печеночных энцефалопатий и поискам средств и методов их коррекции. Предложены десятки теорий, в которых отражены скорее тренды научных исследований текущих десятилетий, чем глубина понимания проблемы.

В любом случае не вызывает сомнений, что развитие печеночной энцефалопатии сопровождается повышением в крови и в клетках тканей организма концентраций ключевого эндотоксина – иона аммония, а также ряда вторичных токсинов, включая провоспалительные цитокины («цитокиновый шторм»; Shawcross, 2012), длинноцепочечные жирные кислоты (синдром Рейе), нейростероиды и т.д. Стадии развития такой энцефалопатии характеризуются переходом от простых психомоторных нарушений к ступору, коме и смерти.

Сегодня считается, что развитие острых печеночных энцефалопатий обусловлено, главным образом, отеком мозга токсической или вазогенной (из-за повышения проницаемости капилляров) природы. Другими словами, причиной отека мозга служит накопление в клетках мозга так называемых «токсических осмолитов» глутамина, лактата и аланина – молекул, накопление которых в клетках приводит к набуханию клеток вследствие притока воды. Это происходит вследствие дисфункции нейронов и астроцитов («обслуживающих» клеток мозга) либо увеличения проницаемости гематоэнцефалического барьера из-за дисфункции сосудистого эндотелия (клеток внутренней выстилки) и гладкомышечных клеток кровеносных сосудов.

Именно отек мозга, приводящий к повышению внутричерепного давления, рассматривается в качестве основной причины развития комы и последующей гибели организма на фоне острой печеночной энцефалопатии. При этом молекулярные механизмы, приводящие к нарушению сигнальных функций нейронных сетей мозга при коматозных состояниях, до сих пор не установлены.

Накопление «токсических осмолитов» является компенсаторной реакцией клеток разных типов на резкое повышение концентраций иона аммония и вторичных токсинов. Однако негативное влияние первичного эндотоксина не ограничивается стимуляцией накопления подобных осмолитов. Как известно, ионные радиусы аммония и калия сходны. Вследствие этого аммоний способен атаковать калиевые каналы клеток, радикально нарушая ионный гомеостаз различных органов и тканей. Кроме того, с помощью пока не известных механизмов он способен негативно влиять на сигнальные функции нейронных сетей, воздействуя на различные типы клеточных рецепторов.

Список клеточных мишеней для аммония и вторичных токсинов, к настоящему времени уже насчитывающий несколько десятков, постоянно растет. Соответственно этому растет и число предлагаемых способов лечения печеночной энцефалопатии, основанных на использовании блокаторов различных типов, таких, например, как ингибиторы синтеза «токсических осмолитов», с помощью которых можно уменьшить отек мозга и ослабить летальное действие токсинов.

При хронических формах печеночной энцефалопатии действие избытка иона аммония и вторичных токсинов на клетки мозга, других органов и тканей может приводить к развитию медленно текущего, многостадийного генерализованного заболевания с характерными спектрами метаболических, сигнальных и нейропсихических нарушений. Медленное угасание таких пациентов заканчивается неизбежной гибелью.

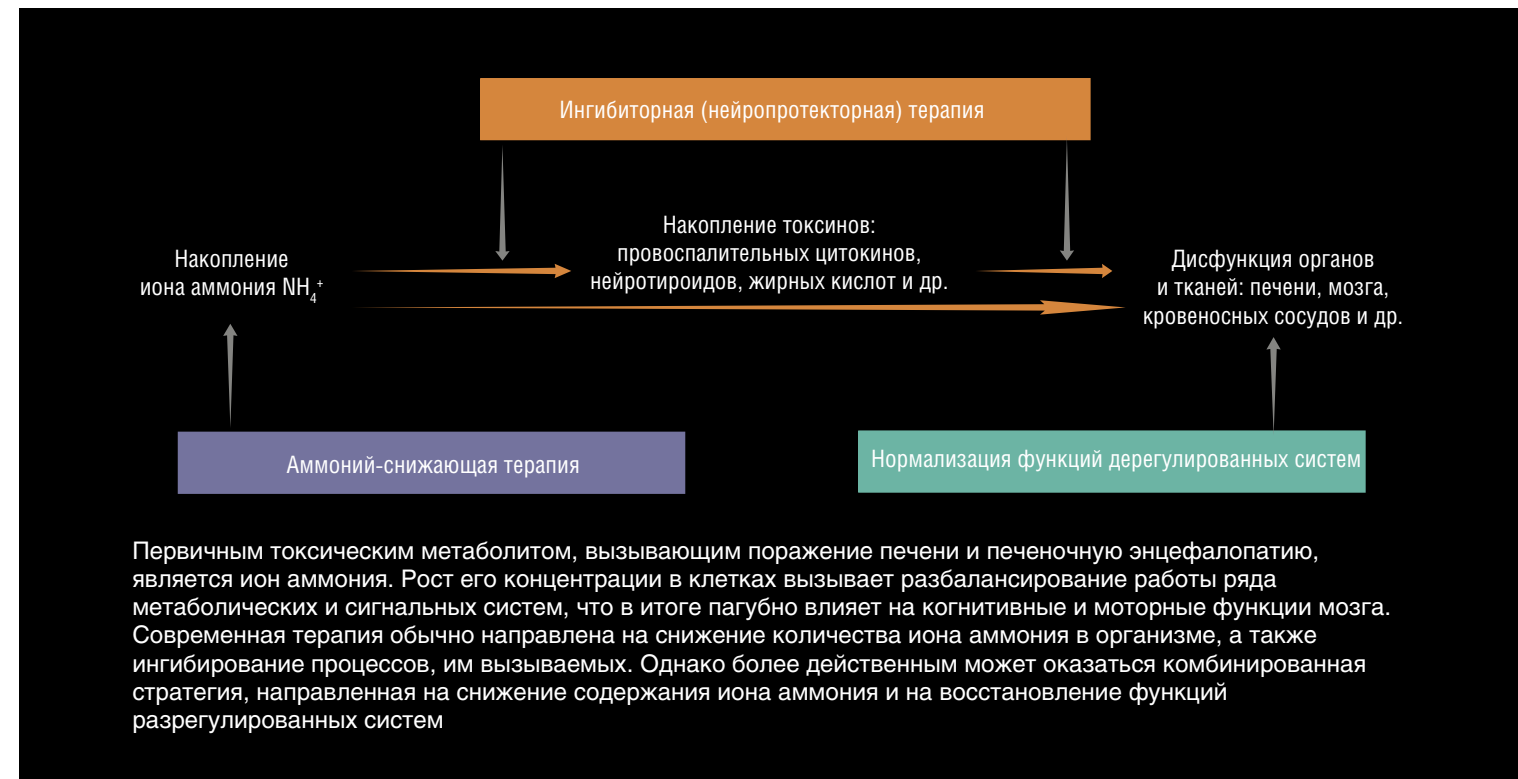
В этом случае необратимость патологических процессов в печени, а также в мозге и других органах и тканях связано не только с прямым действием токсинов на известные клеточные мишени, но и с изменением экспрессии ключевых генов различных метаболических, транспортных и сигнальных систем. Однако исследование подобных механизмов только стоит на повестке дня.

Как лечить

Наиболее эффективный на сегодня метод лечения печеночных энцефалопатий – хирургический, т.е. пересадка донорской печени (Vajaj, 2010). При этом в случае острых состояний трансплантация должна быть проведена практически немедленно, в течение первых 3–4 дней заболевания (Lee, 2003).

Синдром Рейе – редкое, но угрожающее жизни острое состояние, возникающее у детей и подростков на фоне лечения вирусного заболевания (грипп, корь, ветряная оспа) препаратами, содержащими ацетилсалициловую кислоту, такими, как аспирин. Заболевание характеризуется развитием жировой инфильтрации печени и быстро прогрессирующей энцефалопатией вследствие отека головного мозга. Механизмы действия всего комплекса токсинов и жирового перерождения печени в этих случаях до сих пор изучены недостаточно.

При отсутствии соответствующего лечения состояние больного может быстро ухудшиться вплоть до развития комы и остановки дыхания. Высокая смертность в 1980-е гг. детей, принимавших аспирин на фоне вирусной инфекции, привела к появлению во многих развитых странах запрета использовать аспирин как жаропонижающее и противовоспалительное средство детям до 12 лет



Увы, в России за год проводится почти столько операций по трансплантации печени, сколько, например, в Испании за неделю. Хирургический метод декомпрессии портальной системы, предложенный Экком, в силу серьезных побочных эффектов не получил широкого распространения. В наши дни для декомпрессии портальной системы используют вазоконстрикторы (вещества, вызывающие сужение кровеносных сосудов и уменьшение кровотока) и лигирование (наложение латексных колец) варикозных сосудов.

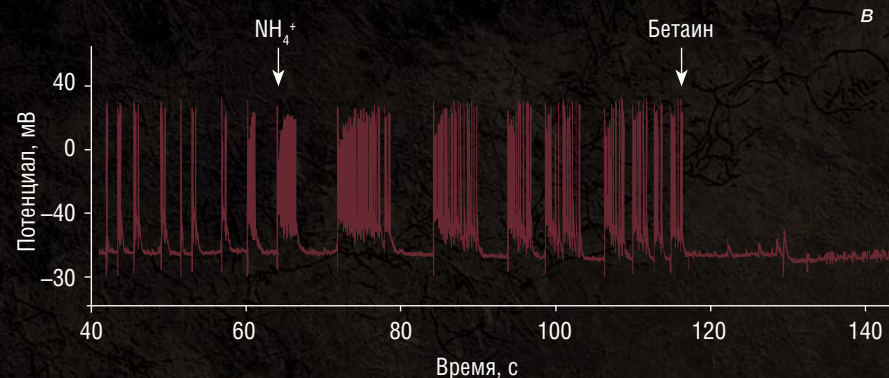
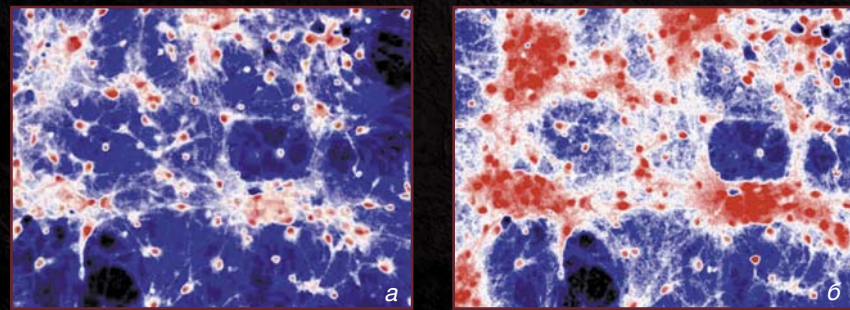
Начиная с середины прошлого века было предпринято много попыток разработать эффективные терапевтические способы предотвращения нейротоксических эффектов иона аммония. Современные стратегии лечения острых и хронических форм печеночной энцефалопатии можно разделить на два типа. Во-первых, это подходы, направленные на уменьшение содержания иона аммония в крови. Во-вторых, – «нейропротекторные», или «ингибиторные», стратегии, направленные на подавление процессов, активируемых ионом аммония и вторичными токсинами.

Методы снижения концентрации аммония в крови, разработанные для лечения печеночной энцефалопатии еще в середине прошлого века, остаются актуальными и востребованы и на сегодняшний день (McDermott, 1958; Rose, 2012). Эти методы базируются на подавлении продукции этого токсичного метаболита кишечными бактериями, а также активации его превращения в мочевины в цикле мочевины (цикле Кребса – Хензелейта) в клетках печени и в аминокислоту глутамин – в различных органах и тканях.

До последнего времени развитие прогрессирующего цирроза печени было связано в основном с алкоголизмом и вирусными заболеваниями печени (гепатитами В, С, Е) у пациентов старше 40 лет. Однако в ближайшие годы ожидается резкое увеличение числа таких больных среди других групп населения, что связано со все большим распространением ожирения и диабета 2-го типа. По оценкам ВОЗ, число пациентов с диабетом 2-го типа в нашей стране на сегодня превышает 16 млн человек, четверть из которых – дети и подростки

Для подавления активности кишечных бактерий-продуцентов иона аммония используются пробиотики, избирательно влияющие на активность кишечной микрофлоры (например, синтетические изомеры сахаров) и антибиотики (например, неомицин). Для активации реакций утилизации эндотоксина могут использоваться различные сочетания аминок- и дикарбоновых кислот. Примером таких препаратов может служить «Гепамерц», действие которого направлено на активацию цикла мочевины.

Наряду с этими средствами, в условиях стационара при реанимации могут также использоваться гипотермия, инъекции глюкокортикоидов, противовоспалительных и других фармацевтических препаратов. В результате сочетанного применения подобных методов в клинической практике Европы и США за последние двадцать лет удалось в три раза уменьшить число летальных исходов, связанных с отеком мозга при острых формах печеночной энцефалопатии (Shawcross, 2012).



В исследованиях на культуре клеток гиппокампа лабораторных крыс показана возможность подавления избыточной импульсной активности нейронов, вызванной высокими концентрациями иона аммония, витаминоподобным веществом бетаином.

На фото — активность нейронной сети, регистрируемая в культуре клеток гиппокампа крыс по свечению кальция: до введения аммония (а) и при гипераммонемии (б), а также запись электрической активности отдельного нейрона (в) до и после введения аммония (NH_4^+) и бетаина.

По: (Кононов и др., 2013)

Однако предпринимаемые в течение последнего полувека активные попытки разработать и ввести в клиническую практику эффективные нейропротекторы, действие которых направлено на ослабление или предотвращение токсического действия иона аммония на клетки мозга, пока оказались безуспешными (Braissant *et al.*, 2012). Подобные «нейропротекторные стратегии» основаны на подавлении сигнальных, транспортных или метаболических систем в мозге, которые чрезмерно активируются возросшими концентрациями иона аммония.

В числе таких методов – ингибирование глутаминсинтазы, фермента, участвующего в реакции синтеза «токсического осмолита» (Schenker *et al.*, 1967; Brusilow *et al.*, 1986, 2012), и блокада глутаматных рецепторов, ключевых возбуждающих рецепторов нейронов мозга (Felipo *et al.*, 1996, 2013). Проблема заключается в том, что глутаминсинтаза функционирует практически во всех органах и тканях, а глутаматные рецепторы имеются также и в клетках других тканей, помимо мозговой. Поэтому использование таких ингибиторов в рамках целостного организма неминуемо будет приводить к нежелательным системным эффектам. Кстати сказать, к подобным эффектам может приводить и использование ингибиторов синтеза молочной кислоты (лактата) и других веществ, способных оказывать токсический осмолитический эффект.

Предварительные исследования, проведенные в Институте биофизики клетки, Институте теоретической и экспериментальной биофизики и Институте биоорганической химии РАН (Пушино, Московская область), показали, что ион аммония вызывает гиперактивацию нейронных сетей, задействуя несколько типов клеточных рецепторов и каналов (Кононов и др., 2012, 2013; Dypnik *et al.*, 2015). И чтобы уменьшить этот эффект, не обязательно ингибировать синтез глутамина или блокировать возбуждающие глутаматные рецепторы.

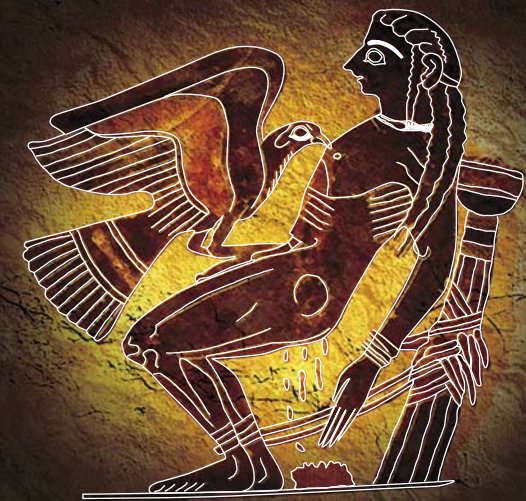
Действительно, зачем вызывать поломку двигателя несущегося автомобиля, имея исправные тормоза? На сегодня известен целый класс веществ, способных снижать гиперактивность нейронных сетей путем активации тормозных рецепторов нейронов мозга. К тому же комбинации этих веществ обладают аммоний-снижающим эффектом (Толмачева и др., 2011; Grishina *et al.*, 2015). Комплексные соединения на их основе могут служить прототипами при разработке новых средств терапевтического лечения печеночной энцефалопатии (Богомоллов и др., 2013).

Итак, несмотря на столетнюю историю исследования печеночных энцефалопатий, в медицинской практике по-прежнему господствует «ингибиторный» подход к лечению этих тяжелейших последствий печеночной недостаточности. Объективная причина заключается в многофактор-

ной и комплексной природе заболевания, а также в чрезмерном упрощении представлений о структурах и механизмах регуляции исследуемых метаболических и сигнальных систем. Сегодняшнее положение дел во многом определяется и традициями медицинской биохимии и европейской фармакологии, основанными, скорее, на монотерапии и подавлении процессов, запускаемых токсинами и возбудителями болезней, чем на восстановлении функций разрегулированных систем.

В настоящее время на фоне отсутствия хорошо проработанных и широко доступных клеточных технологий эффективной регенерации больной печени перспективным, очевидно, является одновременное использование нескольких стратегий терапевтического лечения, направленных на снижение содержания токсинов и активацию разрегулированных метаболических и сигнальных клеточных систем, а также систем регуляции ключевых генов.

Разработка и использование в обычной медицинской практике подобных комплексных препаратов с «многогранной» активностью позволит, образно говоря, уменьшить страдания прикованного к скалам Прометея, т.е. увеличить срок и улучшить качество жизни больных с тяжелейшим диагнозом – цирроз печени и печеночная энцефалопатия. И, конечно, задачи такого масштаба могут быть эффективно решены только в рамках больших проектов, сочетающих междисциплинарные исследования.



Литература
 Эжк Н.В. К вопросу о перевязке воротной вены // Воен. мед. журн., 1877. 130, 2:1.
 Al Sibae M. R., McGuire B. M. Current trends in the treatment of hepatic encephalopathy // Ther. Clin. Risk Manag. 2009. Vol. 5(3). P. 617–626.
 Hahn M., Massen O., Nencki M. et al. Die Ecksche Fistel zwi der unteren Hohlvene und der Pfortader und ihre Folgen fur den Organismus // Arch. Exp. Pathol. Pharmacol. 1893. Vol. 32. P. 161–210.
 Leise M. D., Poterucha J. J., Kamath P. S., et al. Management of hepatic encephalopathy in the hospital // Mayo Clin Proc. 2014. Vol. 89(2). P. 241–53.
 Nencki M., Pavlov I. P., Zaleski J. Uber den Ammoniakgehalt des Blutes und der Organe. Die Harnstoffbildung bei den Saugetieren // Arch. Exp. Pathol. Pharmacol. 1896. Vol. 37. P. 26–51.
 Rose C. F. Ammonia-lowering strategies for the treatment of hepatic encephalopathy // Clin. Pharmacol. Ther. 2012. Vol. 92(3). P. 321–331.
 Ryan J. M., Tranah T., Mitry R. R., et al. Acute liver failure and the brain: a look through the crystal ball. Metab. Brain Dis. 2013. Vol. 28(1). P. 7–10. Review.
 Sturgeon J. P., Shawcross D. L. Recent insights into the pathogenesis of hepatic encephalopathy and treatments // Expert Rev. Gastroenterol. Hepatol. 2014. Vol. 8(1). P. 83–100.

БИОРЕГУЛЯТОРЫ РЕГЕНЕРАЦИИ — РАБОТАЮТ В СВЕРХМАЛЫХ ДОЗАХ

Как известно, во всех живых организмах существует готовый клеточный аппарат, обеспечивающий протекание восстановительных процессов в органах и тканях. В этом смысле чудеса регенерации демонстрируют беспозвоночные, которые могут в прямом смысле слова «достраивать» значительные утраченные части своего тела. Некоторые позвоночные, особенно в стадии личинки, также способны регенерировать отдельные органы. Впечатляющим примером служит тритон, который может многократно восстанавливать «утраченный» хвост или конечность. Однако у теплокровных позвоночных, в том числе млекопитающих, способность к регенерации в значительной степени утрачена. Тем не менее и у них в поврежденных тканях и органах идут восстановительные процессы, важную роль в которых играют особые белки-регуляторы. Изучение этих удивительных соединений — еще один шаг к созданию регенеративной медицины будущего

У позвоночных животных имеется два клеточных источника регенерации, благодаря которым в поврежденных тканях восстанавливается полный набор дифференцированных клеток. Во-первых, это так называемые *мультипотентные стволовые клетки*, т. е. недифференцированные клетки, способные превращаться в любые специализированные клетки тканей и органов; во-вторых, уже дифференцированные клетки, которые «теряют» свою специализацию и редифференцируются, т. е. превращаются в другие, востребованные на данный момент клеточные типы (Карлсон, 1986; Stocum, 1995, 2006).

Но хотя механизмы подобной дифференцировки в настоящее время активно изучаются, вопросы о природе и путях прохождения сигналов, поступающих к клеточным источникам регенерации, остаются во многом неясными. Однако доказано, что во всех этих механизмах регенерации важную роль играют биорегуляторы белковой природы.

В результате многолетней работы группы исследователей из московских Института биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН и Института элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН под руководством профессоров В. П. Ямсковой и И. А. Ямскова удалось выделить из тканей различных высших организмов новую группу *биорегуляторов*, которые запускают регенеративные процессы в поврежденной ткани при применении их в сверхмалых дозах («рабочий» диапазон их концентраций — 10^{-7} – 10^{-15} мг белка/мл) (Ямсков и др., 2009; Ямскова и др., 2009, 2012).

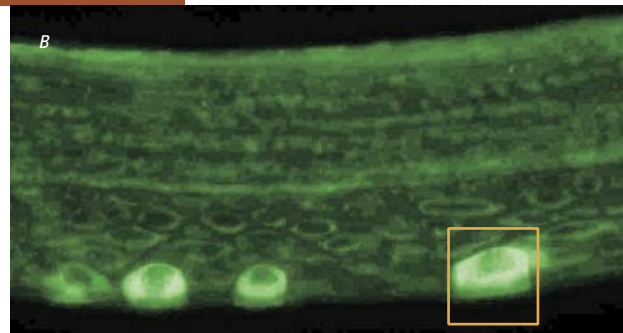
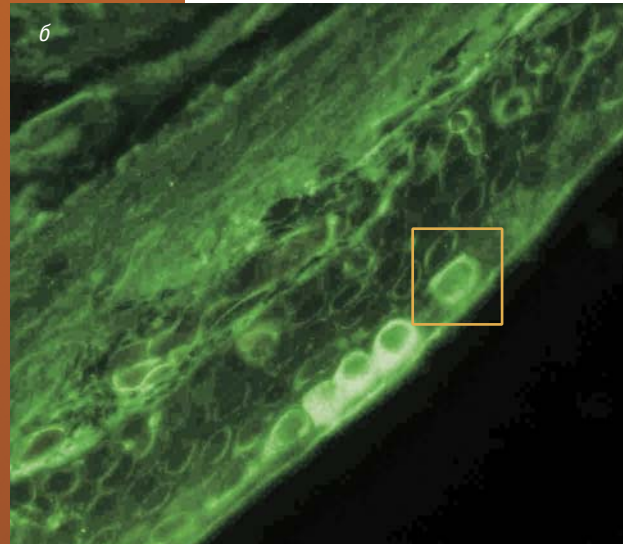
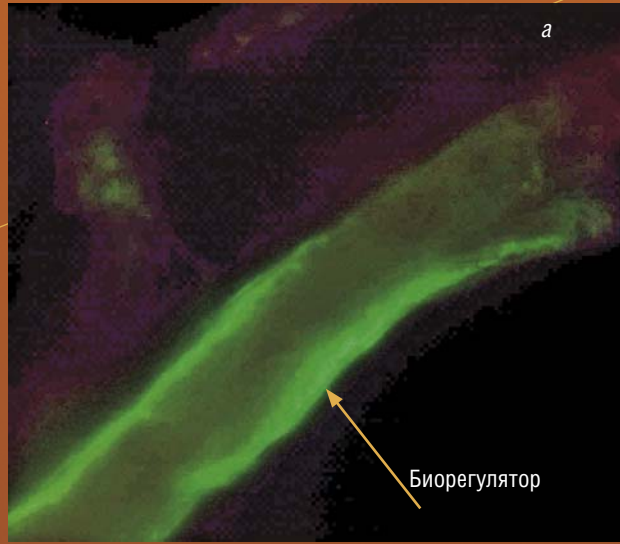
Такие низкие концентрации сразу вызывают ассоциации с гомеопатическими препаратами, однако это ложное представление. Принцип гомеопатии — лечить подобное подобным: гомеопатическое вещество в большой концентрации вызывает патологию, в сверхмалой же дозе эту патологию лечит. Механизм действия новых биорегуляторов, представляющих собой пептидно-белковые комплексы, совершенно иной и определяется их своеобразными физико-химическими свойствами, в том числе достаточно неупорядоченной вторичной структурой фрагментов белковых цепей (Ямскова и др., 2010, 2012).

Комплексы образуют в растворах удивительно большие частицы размером 50–300 нм, что не способен делать ни один из известных белков. К примеру, даже довольно «крупный» гликопротеид фибронектин, состоящий из двух полипептидов, формирует в растворе частицы размером всего около 9 нм. Такие большие супрамолекулярные образования оказываются более устойчивыми к действию различных физических и химических факторов, поэтому и способны «работать» в сверхмалых дозах. При разрушении



КРАСНОВ Михаил Сергеевич — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологически активных биополимеров Института элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН (Москва). Автор и соавтор 123 научных работ и 9 патентов

Ключевые слова: биорегуляторы, регенерация, малые дозы, пептиды, органотипическое культивирование.
Key words: bioregulators, regeneration, low doses, peptides, organotypic culturing



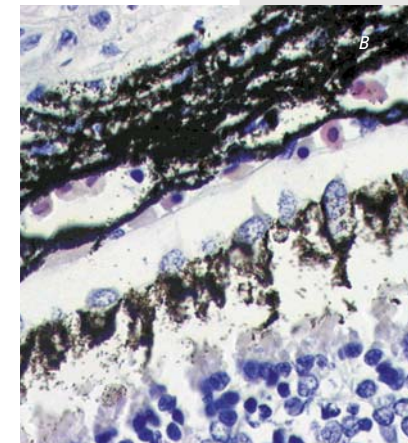
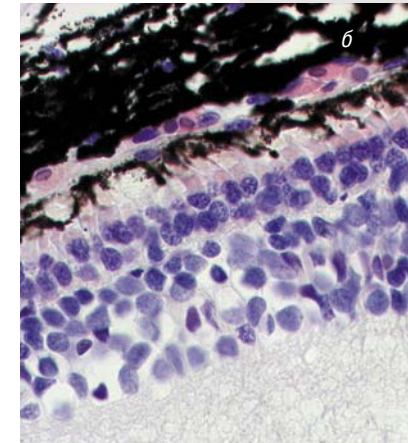
этих частиц до составных компонентов регуляторы теряют свою биологическую активность (Ямскова и др., 2009).

Не дать шанса рубцу

Для того чтобы понять действие биорегуляторов, рассмотрим процессы, происходящие в ткани при повреждении. Помимо массовой гибели клеток в этом случае происходит нарушение макромолекулярных структур межклеточного пространства, межклеточных взаимодействий и развитие воспаления из-за накопления продуктов тканевого распада. Регенерация может пойти двумя путями: либо с образованием соединительнотканного рубца, либо с полным восстановлением морфологической структуры ткани. Обычно, и особенно при повреждениях глубоких слоев ткани, события развиваются по первому варианту; второй не успевает реализоваться потому, что процессы, приводящие к образованию дифференцированных клеток, идут намного медленнее.

Для того чтобы в области дефекта произошла полная регенерация структуры без образования фиброзного рубца, необходимо удалить погибший клеточный материал и купировать воспаление. В регуляции следующего этапа восстановления ключевыми моментами являются, с одной стороны, контроль над пролиферацией соединительнотканых элементов, которые стремятся быстро заполнить образовавшийся дефект, с другой – стимуляция деления и дифференцировки клеток, необходимых для восстановления полноценной тканевой структуры (Ямскова и др., 2010).

С помощью методов иммуногистохимии удалось показать, что белково-пептидные биорегуляторы локализованы в межклеточном пространстве тканей животных и растений на поверхности клеток. Например, биорегулятор, выделенный из коровьего молока, обнаруживался на поверхности клеток, образующих проток молочной железы лабораторной крысы (а). Хотя биорегуляторы из тканей животных видоспецифичны, они могут присутствовать и воздействовать на другие ткани, образовавшиеся из того же зародышевого листка. Это подтверждается локализацией биорегулятора, выделенного из хрусталика быка, на поверхности эпителия роговицы глаза иглистого тритона в области лимба (б) и в центре роговицы (в), поскольку эти ткани имеют общее эмбриональное происхождение. *Флуоресцентная микроскопия*



При органном культивировании тканей заднего отдела глаза иглистого тритона обычно наблюдается постепенная их деградация. Однако добавление к культуральной среде в сверхмалых дозах биорегулятора, выделенного из пигментного эпителия быка, значительно повышает сохранность тканей (а, б) по сравнению с контролем (в). При этом в сетчатке гибнет меньше клеток; клетки пигментного эпителия остаются плотно «пригнанными» друг к другу, и пигмент в них распределяется более равномерно.

Световая микроскопия

Экспериментальные исследования показали, что при любых повреждениях ткани, независимо от природы повреждающего агента, увеличивается секреция биорегуляторов, которые начинают стимулировать все клеточные источники регенерации, начиная с мультипотентных стволовых клеток. Они также могут направлять дальнейшую дифференцировку коммитированных клеток, которые уже «продвинулись» на пути превращения в определенный клеточный тип, а также воздействовать на уже дифференцированные клетки, заставляя их увеличивать выработку белков, необходимых для восстановления межклеточного матрикса. Биорегуляторы поддерживают и жизнеспособность уцелевших зрелых клеток, например, через блокировку негативных сигналов, вызывающих *апоптоз* (клеточное «самоубийство») (Ямскова и др., 2012).

В реальной ситуации действие биорегуляторов может нивелироваться из-за развития воспалительного процесса, но если обеспечить постоянный внешний приток подобных веществ и не дать развиваться воспалению, можно добиться полного восстановления структуры

ткани. Нужно добавить, что процесс заживления в присутствии биорегуляторов происходит в те же сроки, что и без него, поскольку они влияют в основном не на скорость, а на качество этого процесса.

Почему подорожник лечит?

Оказалось, что пептидно-белковые регуляторные комплексы – довольно консервативная группа веществ, которые присутствуют практически во всех высших организмах. Они были выделены из различных тканей животных, растений и грибов. Кстати сказать, подобные работы на растениях начались с попытки ответить на вопрос, за счет чего давно любимый в народной медицине подорожник обладает ранозаживляющим действием.

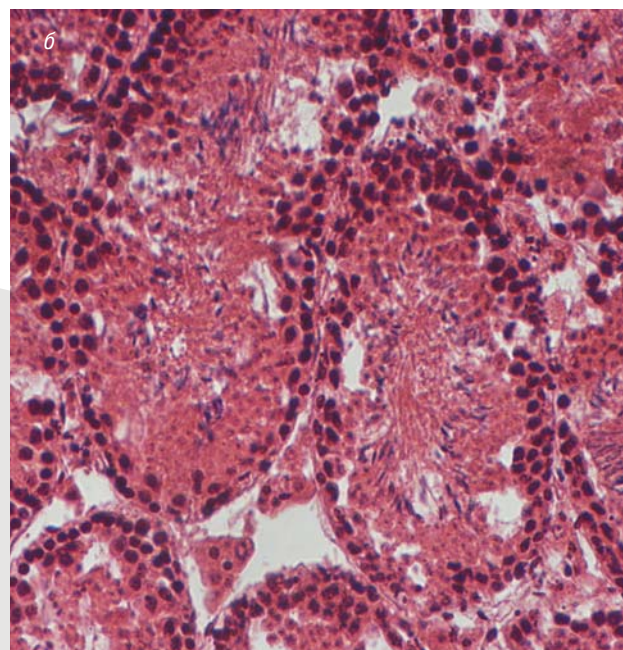
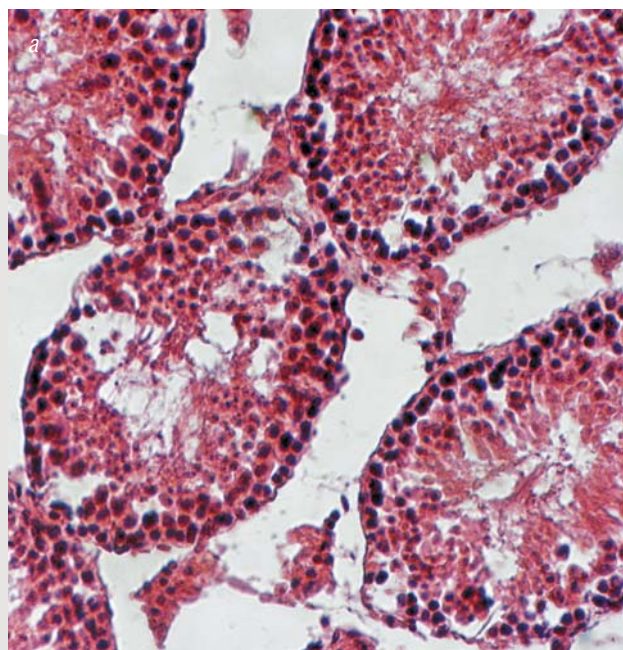
И действительно, из подорожника обыкновенного (как и из не менее известного растения-целителя столетника – алоэ древовидного) были выделены белковые вещества с биорегуляторной активностью. В экспериментах нанесение фракций таких биорегуляторов

на раны лабораторных мышей приводило к очень хорошим результатам – активной эпителизации раневой поверхности и восстановлению потовых желез в подкожно-жировой клетчатке. Правда, при этом сильно разрасталась жировая ткань, и не образовывались волосные фолликулы (Краснов и др., 2011). Что и неудивительно – разве кто-нибудь когда-нибудь видел «волосатые» растения?

Если же говорить серьезно, то результаты этих опытов свидетельствуют об относительной универсальности действия биорегуляторов, способных «работать» в организмах из разных таксономических групп.

Регуляторные же пептиды, полученные из тканей животных, имеют близкие молекулярные массы, но одновременно обладают высокой тканевой специфичностью. Это означает, что биорегулятор, выделенный, к примеру, из сетчатки глаза, будет способствовать регенерации только этого органа и не будет действовать на печень, и наоборот. С другой стороны, биорегулятор из сетчатки будет оказывать влияние на ткань мозга, поскольку и тот и другой орган относятся к нейральной ткани и происходят из одного зародышевого листка.

Специфическая активность биорегулятора, полученного из семенников крысы, была изучена на модели органного культивирования целых семенников лабораторных мышей. В контроле после четырех дней культивирования в семенниках наблюдали процессы дегенерации соединительной ткани семенных канальцев, разрушения внеклеточного матрикса и гематотестикулярного барьера, а также выраженную гибель соматических клеток и сперматозоидов (а). Защитное действие биорегулятора проявлялось в поддержании структуры семенных канальцев, а также повышении жизнеспособности и нормализации процессов дифференцировки клеток, включая сперматозоиды (б). Это означает, что такой биорегулятор может быть использован в качестве средства, способствующего поддержанию сперматогенеза и предотвращению дегенерации ткани семенников. Световая микроскопия

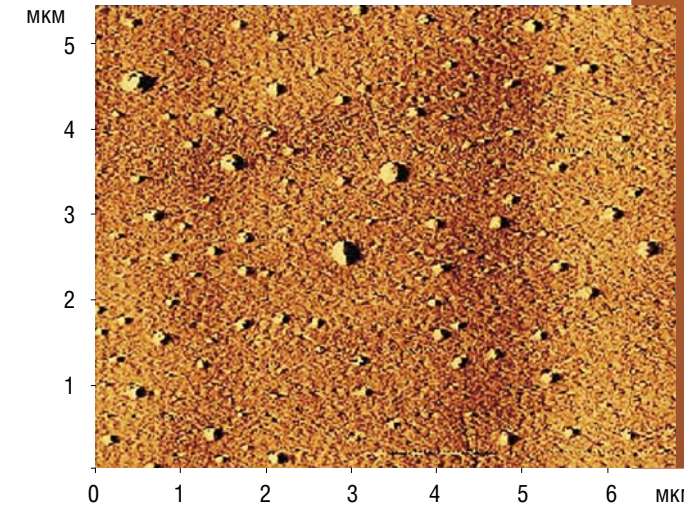


В последнем случае эффекты биорегуляторов из разных органов могут немного перекрываться. Кстати сказать, таксономический ранг испытуемого животного также не играет особой роли: к примеру, биорегулятор из сетчатки быка будет способствовать регенерации поврежденной сетчатки тритона.

В любом случае биорегуляторы не оказывают отрицательного воздействия на ткань, в том числе и на «чужую». Единственный вариант, при котором наблюдалось небольшое ухудшение регенерации – это одновременное воздействие двумя биорегуляторами, полученными из разных тканей.

Такой опыт был проведен при лечении экспериментальной травмы роговицы у кролика. На поврежденный участок наносили биорегулятор, полученный из роговицы, который способствует эпителизации, а также биорегулятор из сыворотки крови, стимулирующий восстановление эндотелия – слоя клеток, выстилающих заднюю поверхность роговицы.

Оказалось, что оба эти препарата становятся абсолютно неэффективными, если использовать их совместно в одном растворе. Причина этого, вероятно, связана с



Как показали эксперименты *in vitro* с отдельными высокоочищенными компонентами, биорегуляторы регенерации представляют собой комплексы из регуляторных пептидов и белка-модулятора. В водных растворах, даже при небольших концентрациях, они присутствуют в виде крупных наноразмерных частиц. Слева – частицы, обнаруженные в растворе биорегулятора, выделенного из хрусталика глаза быка (концентрация белка приблизительно соответствует 0,1 мг/мл). Атомно-силовая микроскопия

образованием «неправильных» частиц. Но при последовательном применении обоих препаратов с интервалом в 15–20 мин. был достигнут хороший результат – лучший, чем при использовании известного препарата Баларпан, широко применяемого для лечения роговицы (Константиновский и др., 2012).

С минимальными затратами

В состав регуляторных белково-пептидных комплексов, как видно из названия, входят *регуляторные пептиды* и *белки-модуляторы*. Происхождение пептидов пока точно не установлено, но, предположительно, они являются продуктом ферментативного разложения различных белков, присутствующих в межклеточном пространстве. На сегодняшний день обнаружено структурное сходство между белком цГМФ-фосфодиэстераза из сетчатки быка и регуляторными пептидами пигментного эпителия глаза, адгезивным белком Р-кадгерином и сывороточным регуляторным пептидом, а также между сигнальным G₀ белком и пептидом из мозговой ткани быка (Ильина и др., 2013).

Однако для остальных регуляторных пептидов пока известна только молекулярная масса, первичная же аминокислотная последовательность не расшифрована. Подобно белкам адгезии, представленным повторяющимися консервативными участками, в случае регуляторных пептидов в их структуре, очевидно, повторяются одни и те же аминокислотные фрагменты, которые в разных тканях просто «собираются» в разные белковые структуры. Что и неудивительно: зачем создавать что-то заново, если можно обойтись комбинациями уже имеющегося материала?

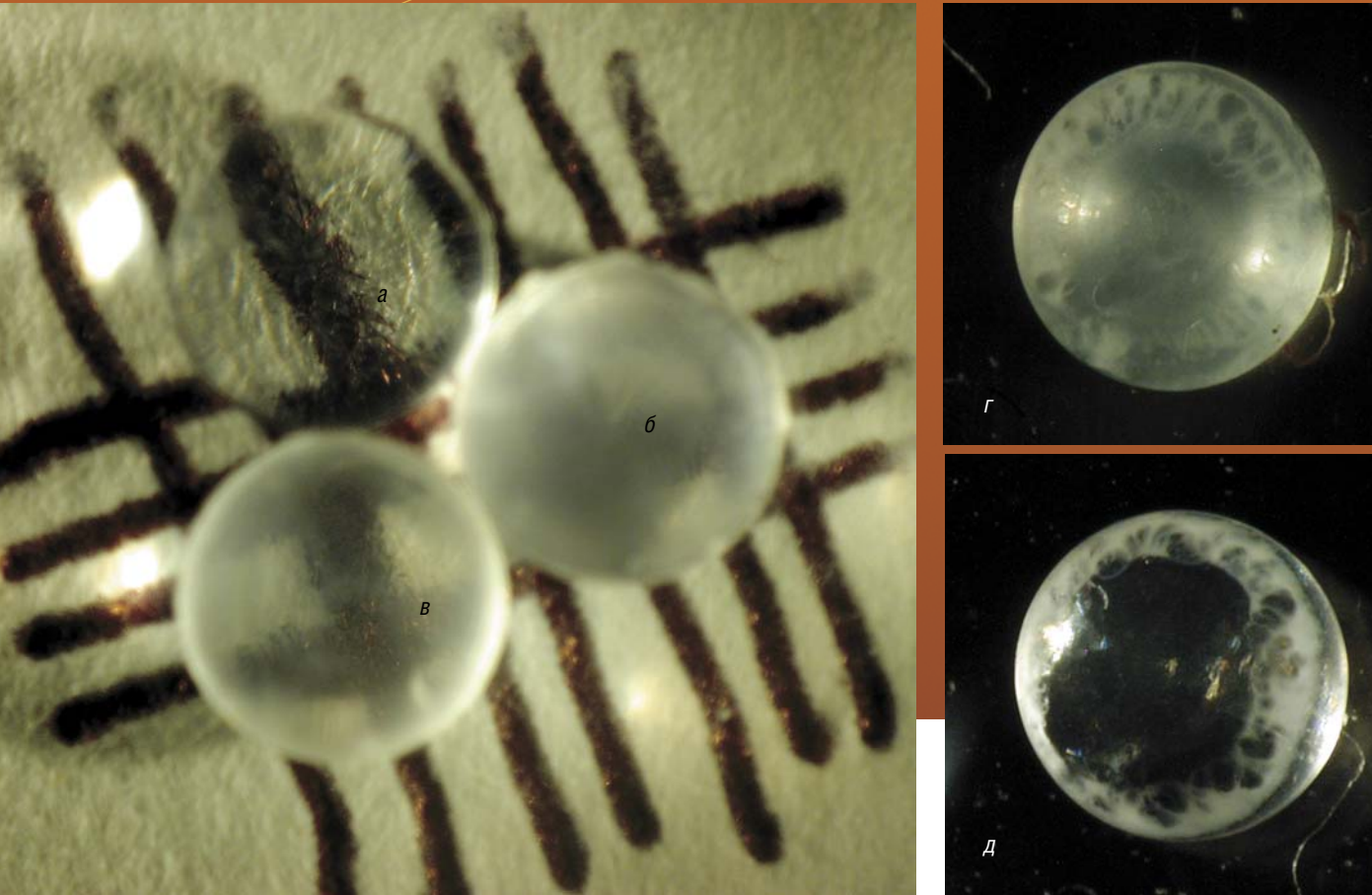
Механизмы регуляции действия пептидно-белковых комплексов также только начинают изучаться. Но уже известно, как работают белки-модуляторы, которые

представляют собой разные изоформы известного белка – сывороточного альбумина, которые немного различаются между собой по аминокислотному составу.

Кстати сказать, обнаружение этих соединений само по себе является удивительным и новым фактом: раньше считалось, что альбумин присутствует в организме только в сыворотке крови. Сейчас мы знаем, что он также имеется во всех межклеточных пространствах, хотя альбумины из разных тканей и различаются между собой. Расшифровка части аминокислотной последовательности одной из изоформ альбумина «межклеточного» происхождения подтвердило ее отличие от коммерческого препарата альбумина, получаемого из бычьей сыворотки. Последний оказался не способен образовывать комплексы с регуляторными пептидами.

Эксперименты показали, что сами по себе модуляторы не проявляют биологической активности, а пептиды начинают самостоятельно «работать» только в высоких концентрациях. Функция биорегулятора восстанавливалась лишь тогда, когда две эти фракции объединялись. Таким образом, роль белков-модуляторов заключается, скорее всего, именно в формировании высокоактивного комплекса с пептидами. Если же концентрация белка-модулятора будет слишком велика, он будет подавлять активность пептидов (Ямскова и др., 2012).

Как упоминалось выше, биорегуляторы становятся активными только в низкой концентрации. Исключение составляет биорегулятор, получаемый из сыворотки крови. Как было обнаружено в экспериментах по регенерации конечностей у амфибий, в высоких концентрациях он обладает морфогенетическим действием (Тучкова и др., 1992). Так, у тритонов, у которых поврежденные конечности полностью восстанавливаются даже у взрослых особей, добавление этого биорегулятора не оказывало видимого влияния на процесс регенерации. Однако у лягушек, особи которых после



Защитное действие биорегулятора, выделенного из хрусталика глаза быка, хорошо заметно при культивировании хрусталиков лабораторных крыс в среде с токсическим катарактогенным агентом – раствором хлорида кальция, вызывающим их помутнение (а – культивирование без катарактогенного агента; б – контроль, культивирование с катарактогенным агентом; в – культивирование в растворе хлорида кальция с добавлением биорегулятора), а также после «осмотического шока» в результате действия дистиллированной воды (г – контроль, культивирование в питательной среде; д – культивирование в среде с добавлением биорегулятора). В обоих этих случаях добавление биорегулятора способствовало сохранению прозрачности хрусталика

метаморфоза теряют способность к нормальной регенерации, добавление сывороточного биорегулятора в высоких концентрациях способствовало отрастанию настоящих конечностей с пальцами, хотя и не полноценных (Краснов и др., 2009).

Лекарства для глаз и суставов

На основе результатов исследований биорегуляторов ведется разработка перспективных терапевтических препаратов. В современном регистре лекарственных средств России уже появились препараты «Адгелон – глазные капли», используемые при повреждениях

роговицы любой этиологии, и «Адгелон – раствор для инъекций», предназначенный для лечения повреждений суставного хряща.

Клинические исследования глазных капель «Адгелон» показали, что у больных с ожогом роговицы быстрее купировались болевые ощущения, воспалительная реакция и чувство инородного тела в глазу, возрастала интенсивность эпителизации, уменьшались изъязвления и перфорации роговицы (Ченцова и др., 2008).

Хорошие результаты были получены и при лечении «Адгелоном» больных с посттравматической рецидивирующей эрозией роговицы, у которых он оказывал стимулирующее действие уже в ранние (через 2–4 дня

применения) сроки. У 83% таких пациентов через две недели лечения происходило полное восстановление эпителия, в том числе его прозрачности. Через три месяца состояние таких больных оставалось по-прежнему хорошим, тогда как в контрольной группе у половины наблюдались дефекты эпителия.

Особо следует упомянуть действие глазного «Адгелона» при пересадке роговицы. При использовании этого препарата процесс эпителизации и формирование полноценного рубца без излишнего разрастания соединительной ткани и воспаления шло в полтора-два раза быстрее обычного. В результате у прооперированных пациентов в конечном итоге повышалась степень прозрачности трансплантата и острота зрения.

Суммируя все эти клинические наблюдения, препарат «Адгелон» можно охарактеризовать как достаточно эффективное лекарственное средство, оказывающее выраженную стимуляцию восстановительных процессов при различных травматических поражениях роговицы (Гундорова и др., 1997). Он положительно влияет на весь комплекс патологических симптомов, снижая выраженность воспалительной реакции, степень помутнения роговицы и способствуя формированию тонкого и нежного рубца.

Не менее эффективным оказался и препарат «Адгелон – раствор для инъекций». Инъекции этого препарата непосредственно в сустав при повреждении суставного хряща и надколенника способствовали восстановлению поврежденной ткани после купирования острой фазы воспаления. В результате на месте повреждения формировался плотный гиалиновый хрящ, соответствующий здоровой ткани. Кроме того, препарат способствует снижению содержания лизосомальных ферментов в синовиальной жидкости, т. е. является своего рода хондропротектором, а также обеспечивает стойкое купирование болевого синдрома и, соответственно более быстрое восстановление функций конечности (Неверкович и др., 1995, 1996, 1997).

За три десятилетия исследования биорегуляторов регенерации удалось не только изучить состав, физико-химические свойства и сферу действия пептидно-белковых комплексов из разных тканей, но и разработать терапевтические препараты на их основе. К настоящему времени сам исследовательский коллектив утратил права на два официально зарегистрированных препарата, но благодаря усовершенствованию технологии производства ему удалось разработать более эффективные аналоги этих продуктов.

К сожалению, перед исследователями, как и для всей отечественной науки, встают финансовые проблемы, связанные с регистрацией и клинической апробацией новых препаратов. Тем не менее, до первой стадии клинических испытаний на людях уже удалось довести четыре препарата на основе биорегуляторов, выделенных из сетчатки, пигментного эпителия, хрусталика и склеры глаза быка. Эти средства предназначены для лечения наиболее распространенных глазных патологий, таких как катаракта, миопия и макулодистрофия, связанная с нарушением центрального зрения.

Литература

Краснов М. С., Ямскова В. П., Маргасюк Д. В. и др. Изучение новой группы биорегуляторов, выделенных из подорожника большого // Прикладная биохимия и микробиология. 2011. Т. 47. № 2. С. 146–153.

Краснов М. С., Рыбакова Е. Ю., Тихонов В. Е. и др. Противоожоговое действие композиции, содержащей хитозановый гель и биорегулятор сыворотки крови // Клеточные технологии в биологии и медицине. 2012. № 2. С. 79–83.

Краснов М. С., Ямскова В. П., Березин Б. Б. и др. Исследование биорегулятора, выделенного из семенников крыс, на модели роллерного органотипического культивирования семенников мыши in vitro // Клеточные технологии в биологии и медицине. 2014. № 1. С. 63–67.

Рыбакова Е. Ю., Краснов М. С., Ямскова В. П. и др. Физико-химические свойства биологически активных в микродозах регуляторных белков, выделенных из различных тканей млекопитающих // Изв. РАН. Сер. хим. 2009. № 3. С. 623–628.

Ямскова В. П., Краснов М. С., Ямсков И. А. Наноразмерные биорегуляторы тканей глаза млекопитающих как основа для фармакологических препаратов нового поколения. М.: Макс Пресс, 2009. 84 с.

Ямскова В. П., Скрипникова В. С., Молявка А. А. и др. Структурно-функциональные особенности нового биорегулятора, выделенного из ткани пигментного эпителия глаза быка // Биохимия. 2009. Т. 74. № 9. С. 1195–1203.

Ямскова В. П., Краснов М. С., Ямсков И. А. К вопросу о механизмах, лежащих в основе процессов восстановления и репарации в тканях // Клеточные технологии в биологии и медицине. 2010. № 1. С. 32–35.

Ямскова В. П., Краснов М. С., Ямсков И. А. // Новые экспериментальные и теоретические аспекты в биорегуляции. Механизм действия мембранотропных гомеостатических тканеспецифических биорегуляторов. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing. 2012. Р. 36.

В публикации использованы фото автора



АЛЬВЕОЛЯРНЫЕ ЭХИНОКОККИ: паразит паразиту рознь

Альвеолярные эхинококки – одни из самых опасных паразитических червей, поражающих организм человека. Вызываемое ими заболевание, имеющее природно-очаговый характер, распространено на территории Евразии и Северной Америки. С помощью генетических исследований было выявлено несколько форм паразита, отличающихся по способности заражать человека

Ленточные черви *Echinococcus multilocularis* (Leuckart, 1863) паразитируют исключительно у млекопитающих: на личиночной стадии – чаще всего у грызунов и зайцеобразных, а также других травоядных; половозрелые формы – у представителей семейства псовых, реже кошачьих. Жизненный цикл паразита непрост и включает в себя чередование полового и бесполого поколений.

Промежуточные хозяева (например, грызуны) проглатывают яйца паразитов при потреблении травы или воды, загрязненной фекалиями хищников. В кишечнике таких неосторожных «потребителей» из яиц паразита выходят личинки (онкосферы), которые чаще всего попадают в печень, где они начинают активно почковаться (размножаться бесполом путем), производя себе подобных.

Постепенно, как раковая опухоль, альвеококк, состоящий из множества личинок-пузырей, растет, замещая собой здоровую ткань. Такие зараженные особи становятся жертвами хищников. Хищник, в свою очередь, становится жертвой паразита: в его кишечнике личинки «взрослеют», достигают половой зрелости и начинают производить оплодотворенные яйца, благо черви являются гермафродитами и каждая взрослая особь имеет полный набор половых органов.

Ключевые слова: альвеолярный эхинококкоз, *Echinococcus multilocularis*, генотип.

Key words: alveolar echinococcosis, *Echinococcus multilocularis*, genotype

Нужно сказать, что паразит мастерски использует отношения «хищник–жертва», чтобы продолжить свой род: хищнику паразиты не доставляют сколько-нибудь серьезного беспокойства, а жизнь грызунов обычно столь скоротечна, что они редко могут послужить непосредственной причиной гибели зверька.

Однако все меняется в случае, когда яйца паразитов попадают в организм человека. В человеческой печени полноценное созревание личинок затруднено, зато здесь они получают возможность для безудержного роста. Прорастая в крупные желчные протоки и расплавляя крупные кровеносные сосуды печени, альвеолярные эхинококки приводят к тяжелому поражению печени, которое долгое время может протекать бессимптомно. При этом иммунный отпор, который организм пытается дать агрессору, только усугубляет ситуацию, приводя к нагноению и разрастанию в печени соединительной «рубцовой» ткани.

К сожалению, единственный радикальный способ избавиться от паразита – хирургическая операция, которую зачастую приходится повторять несколько раз. К тому же многие больные в принципе неоперабельны. Больные могут погибнуть вследствие развития механической желтухи, нарушений функции печени и даже от метастазов альвеококка в мозг.

© С. В. Коняев, Г. М. Инговатова, Ж. Р. Кабдолов, Я. Н. Шойхет, А. Я. Бондарев, 2015

Взрослые альвеолярные эхинококки паразитируют в тонком кишечнике своего окончательного хозяина – хищника. Тело этого крохотного (1,3–2,2 мм длиной) червя состоит из двух–четырех сегментов и увенчано головкой, с помощью которого паразит закоривается в стенке кишечника. Последний, самый крупный сегмент тела заполнен десятками оплодотворенных яиц.

Фото С. Коняева

Если не мыть руки

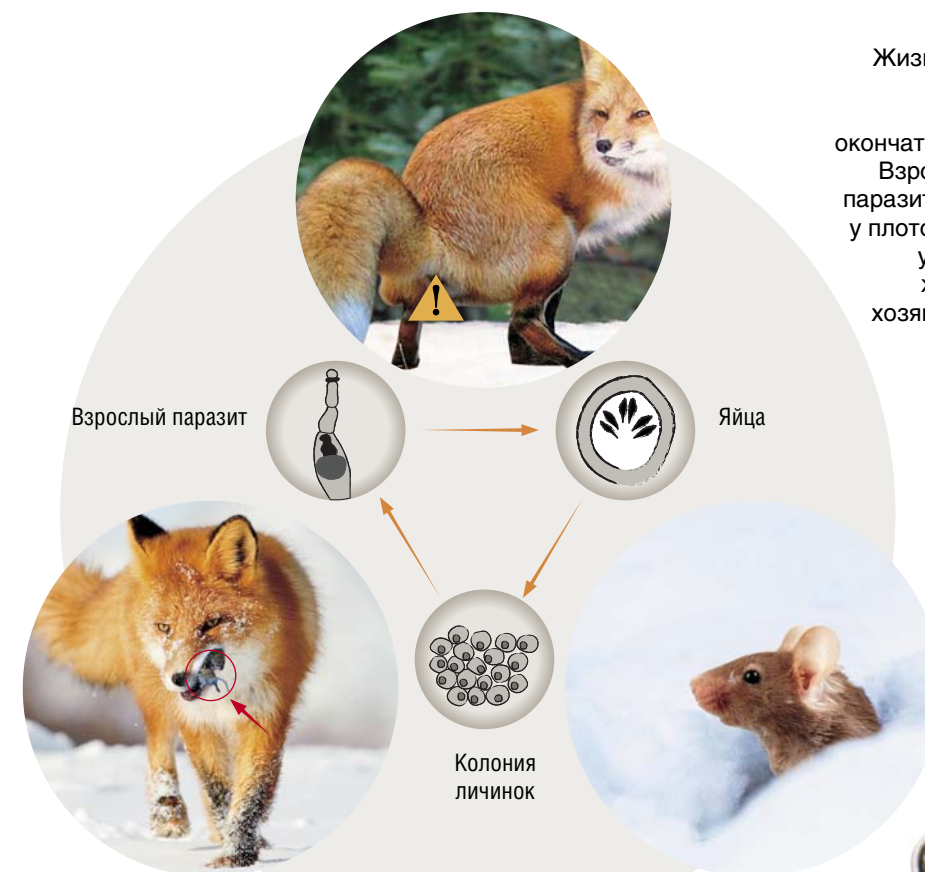
Во время исследований уровня и характера зараженности людей и диких животных особое внимание эпидемиологов всегда привлекала значительная изменчивость этих показателей по регионам.

Так, при почти поголовной зараженности песцов в низовьях Колымы (Якутия) местные охотники, занимающиеся добычей зверьков и обдиранием шкурок, не заражались альвеолярным эхинококкозом, несмотря на полное отсутствие мыла и горячей воды, да и самой традиции мыть руки. В то же время их коллеги, охотящиеся на рыжих лисиц, часто становились жертвами паразита. На Чукотке, Аляске и Камчатке, где ведется

добыча песцов и лисиц и условия гигиены труда схожи, зараженность населения катастрофически высока. В Германии, Швейцарии и Франции, где имеются свои паразитарные очаги и нет лисиц, это заболевание среди людей также весьма обычно.

На основании подобных данных по структуре очагов и биологических особенностей паразита в разных частях ареала было сделано предположение, что существуют две разные формы паразита – патогенная для человека (связанная с лисицами) и непатогенная (связанная с песцами) (Шахматова, 1981). Однако различия между разными формами паразита не ограничиваются их «отношением» к человеку.

Так, европейские формы паразита хорошо приживаются в домашних кошках, тогда как «отечественные» делают это с переменным успехом. Личинки разных альвеолярных эхинококков по-разному растут в печени крыс и мышей. Однако самый интересный факт заключается в том, что в Северной Америке паразитоз у людей встречается только на о-ве Святого Лаврентия и Аляске, тогда как в северных штатах США и Канаде, где этот паразит обычен для местных лисиц и песцов, люди им практически не заражаются.



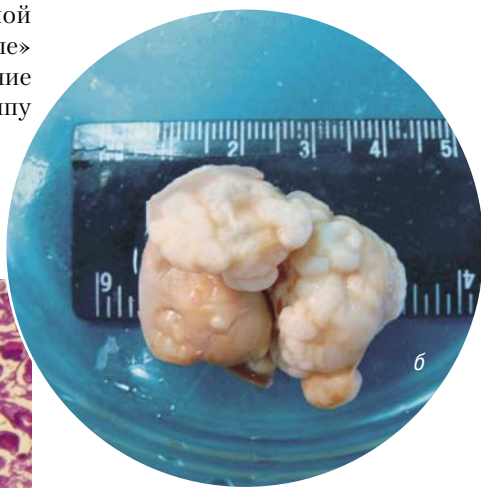
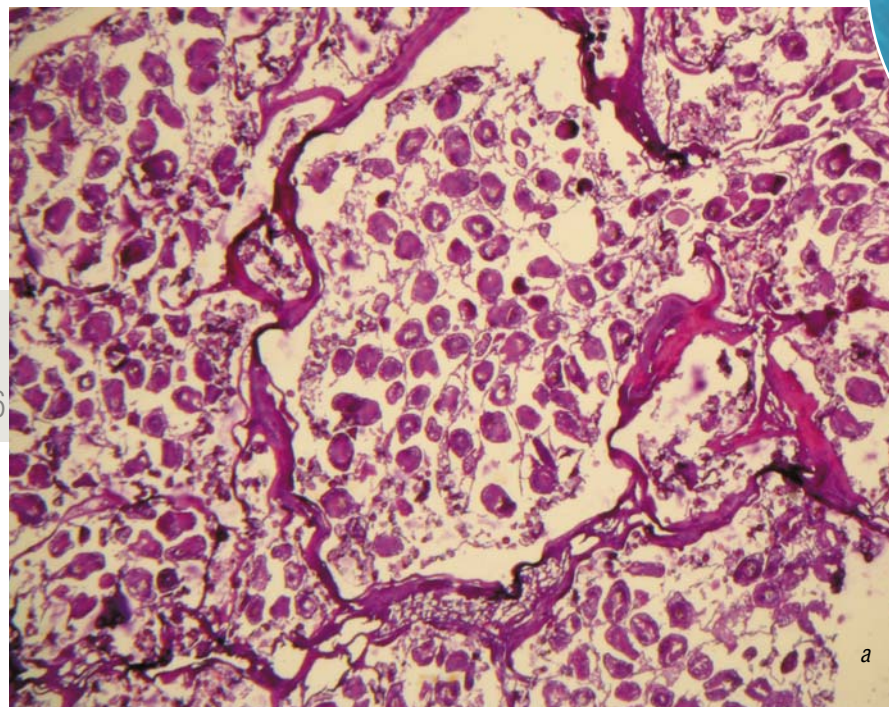
Жизненный цикл альвеолярных эхинококков совершается со сменой двух хозяев, окончательного и промежуточного. Взрослая половозрелая форма паразитирует в тонком кишечнике у плотоядных, личинки – в печени у мелких растительноядных животных. Промежуточным хозяином паразита может стать и человек

Отечественные исследователи были склонны объяснять подобные различия в уровне заболеваемости человека экологическими причинами, а также генетическими особенностями заболевших, но не самого паразита. Нужно заметить, что изучить все свойства каждой обнаруженной особи паразита сложно и накладно, а сделать это в отношении такой характеристики, как способность заражать человека, – просто невыполнимо. Поэтому естественным образом родилась идея исследовать изменчивость паразита с помощью молекулярно-генетических методов.

Сквозь призму генома

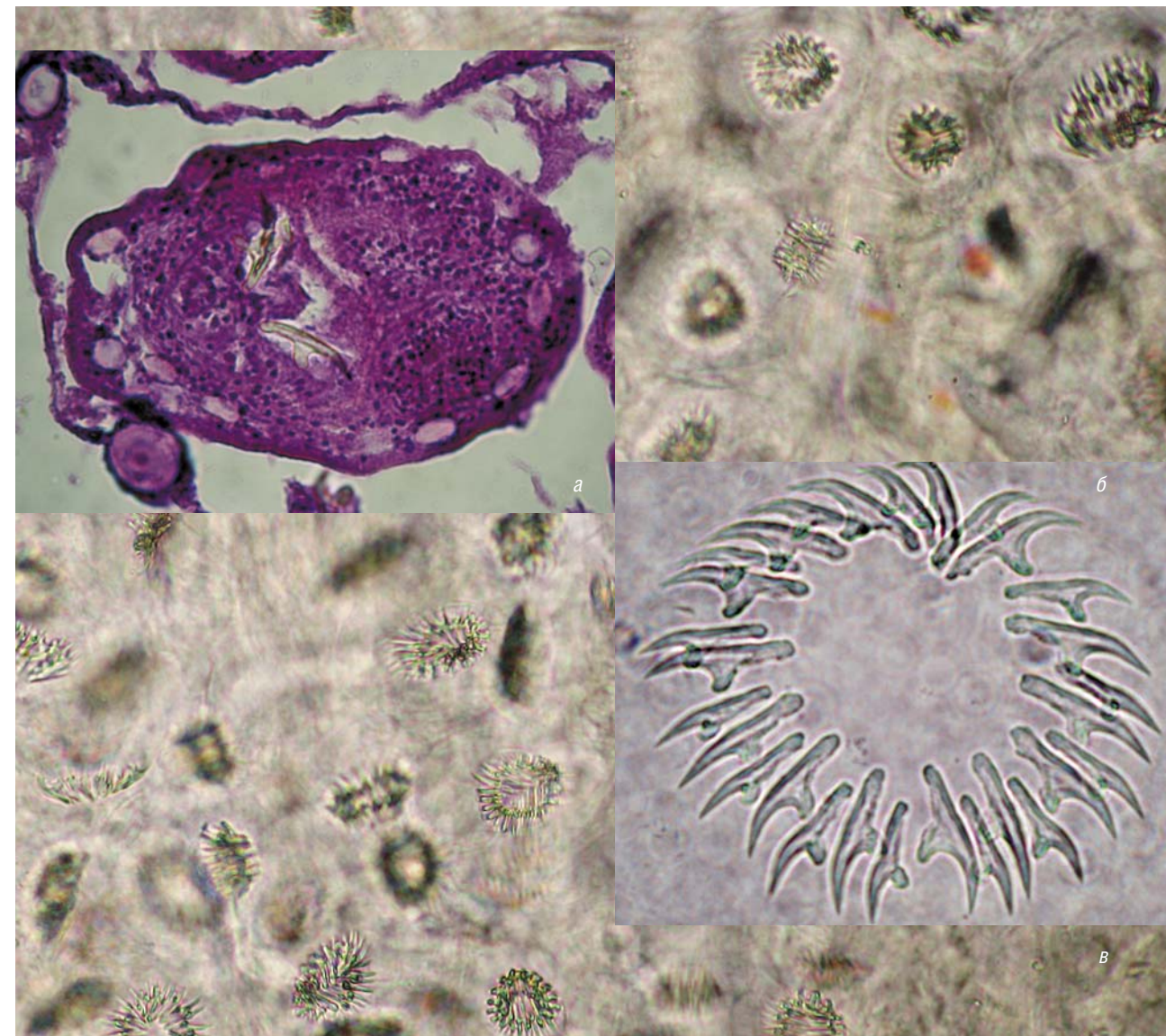
У ленточных червей семейства Taeniidae, к которому относятся альвеолярные эхинококки, для генетического анализа обычно используют митохондриальную ДНК (митохондрии – это «энергетические фабрики» клетки, имеющие собственную ДНК). Группа японских ученых расшифровала последовательности трех генов мтДНК в образцах этих паразитов, собранных из разных регионов. На основе анализа было выделено четыре разные группы (*генотипа*), каждая из которых распространена только на определенной территории (Nakao *et al.*, 2009).

Было установлено, что европейский генотип *E. multilocularis* характерен для территории Центральной Европы (Франции, Германии, Австрии, Словакии). Основными окончательными хозяевами этой патогенной для человека формы являются обыкновенные лисы, «импортированные» в свое время из Восточной Азии енотовидные собаки, а также домашние животные (собаки и кошки). Нужно добавить, что именно к этому генотипу относится классический *E. multilocularis*, описанный в 1863 г.



На территории бывшего СССР обычно выделяют пять очагов альвеолярного эхинококкоза, из которых крупнейшие – якутский и сибирский. За последние полвека на территории Западной Сибири было зарегистрировано более 750 случаев этой болезни, при этом большинство было связано с южной частью региона – Алтайским краем и Республикой Алтай

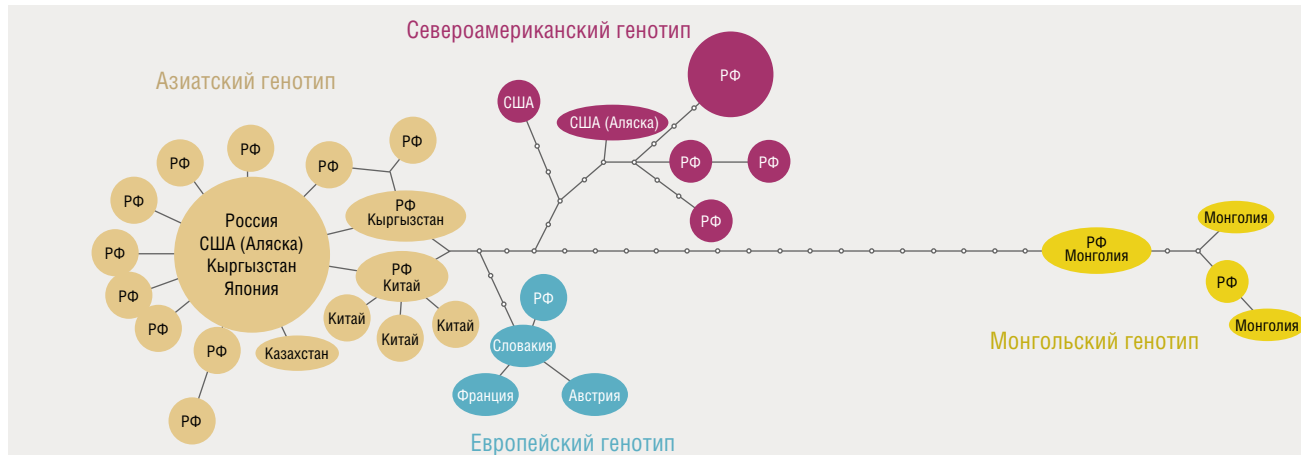
Личинка альвеолярных эхинококков образует в печени промежуточных хозяев огромную почкующуюся колонию. При этом каждая личинка готова дать свое потомство и образовать новую колонию. Ячеистая, похожая на гроздь винограда колония на срезе напоминает ткань легкого с пузырьковидными образованиями – альвеолами (отсюда пошло и название паразита) (а). б – печень полевки, почти полностью захваченная колонией личинок паразита. Фото С. Коняева



Каждая личинка альвеококка – это, по сути, маленький мешочек, в котором спрятана головка (сколекс) будущего взрослого паразита (а). Головка увенчана присосками и «коронами» – мелкими крючьями, расположенными по кругу в два ряда (б). Если при препарировании сделать ткани колонии прозрачными, то в них станут видны только одни короны (в). Фото С. Коняева

Наиболее распространенным оказался азиатский генотип, который встречается на территории Китая, Казахстана, части Монголии, Японии и о-ва Святого Лаврентия (США). Именно эта форма паразита служит наиболее частой причиной альвеолярного эхинококкоза человека. Монгольский генотип характеризует паразитов с территории Внутренней Монголии (Китай), а к североамериканскому генотипу были отнесены образцы, собранные в штате Индиана (США) и на о-ве Святого Лаврентия, где он соседствует с азиатским генотипом. Окончательными хозяевами паразитов американского генотипа служат песцы, при этом его способность заражать человека не была подтверждена молекулярно-генетическими данными.

Надо сказать, что попытки подразделить альвеолярных эхинококков на отдельные систематические группы предпринимались неоднократно и ранее. Например, в 1954 г. альвеококк

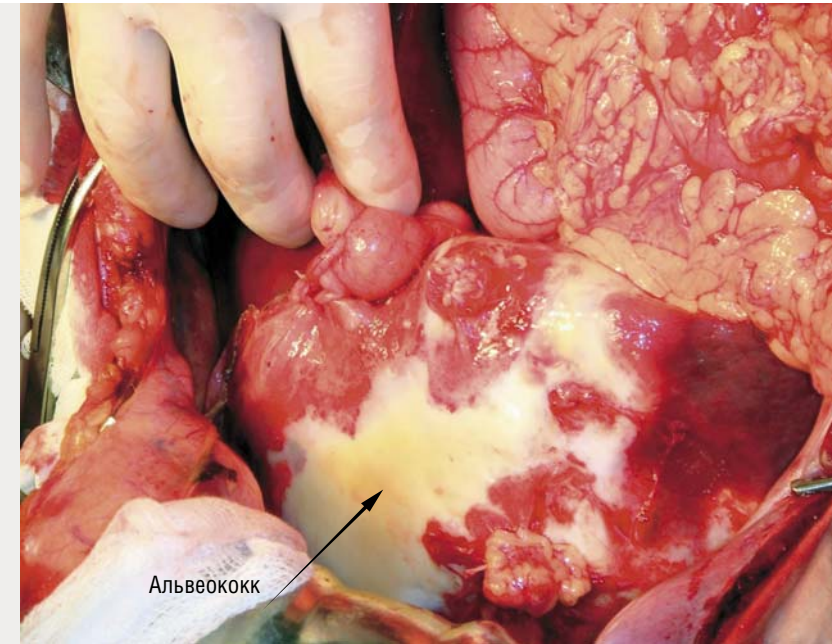


Для построения генотипической структуры альвеолярного эхинококка использовались нуклеотидные последовательности трех генов митохондриальной ДНК (cox1, cob и nd2). На основе полученных данных было выделено четыре разных генотипа (Nakao *et al.*, 2009). Дальнейшие исследования позволили уточнить пространственное распределение генотипов, которое нашло отражение на схеме сети гаплотипов – уникальных наследуемых наборов аллелей исследуемых генетических локусов (вверху). Величина кружка на этом «родословном древе» отражает количество образцов определенного гаплотипа (маленькие кружки – единичные образцы); точки – гипотетические, но пока не обнаруженные гаплотипы. По: (Konyaev *et al.*, 2013)

с о-ва Святого Лаврентия был описан как *E. sibiricensis* на том основании, что он распространен в Сибири (Rausch & Schiller, 1954). Однако позднее выяснилось, что вид был уже описан в Европе как *E. multilocularis*. Но поскольку различия между этими группами паразитов все-таки имелись, их признали подвидами. А не так давно китайские исследователи, базируясь на предположении, что основной ареал паразита находится на территории российского Забайкалья и Дальнего Востока, описали новый вид *E. russicensis* на основе образцов, собранных на территории Внутренней Монголии (Tang *et al.*, 2006).

Данные японских ученых подтвердили существование генетически обусловленных различий паразитов из разных мест Евразии, однако эти различия оказались не настолько велики, чтобы считать их видовыми. Пожалуй, только *E. russicensis* имеет право считаться отдельным подвигом альвеолярного эхинококка, т.е. *E. multilocularis russicensis*. В любом случае наличие внутривидовой изменчивости, связанной с эпидемиологически важными свойствами возбудителя паразитоза человека, не подвергается сомнению.

Дальнейшие исследования, проведенные на территории России и Казахстана российскими исследователями, показали, что пространственное распределение внутривидовых групп паразита намного сложнее первоначально предложенного. Так, «североамериканский» оказался распространен предположительно не только по всей полярной зоне Северной Америки, но и от Европейского Севера России до Чукотки. Поэтому было бы правильнее называть его «полярным», или «северным», генотипом. Эта форма, паразитирующая преимущественно у леммингов, узкочерепных полевков и песцов, практически не заражает человека. «Азиатский» же генотип встречается не только практически по всей азиатской части России и в Казахстане, но и в Рязан-



Альвеококк прорастает в печени человека как раковая опухоль. Лекарственные препараты не способны эффективно подавлять рост паразита, и единственный способ избавиться от него – это хирургическая операция. Фото Г. Инговатовой

ской области и, вероятнее всего, на других зауральских территориях вплоть до Восточной Европы. Эта форма, основным хозяином которой является красная лисица (реже корсак), является самой патогенной для человека.

«Европейский» генотип, привязанный к тем же хозяевам, что и «азиатский», и близкий к нему генетически, действительно имеет обособленный ареал в Центральной Европе, но он также встречается в США и Канаде, хотя во все эти места он мог попасть и совершенно случайно – вместе с людьми. «Монгольский» генотип отмечен на территории не только Монголии и Китая, но также Алтая, Иркутской области и, возможно, Казахстана. Эта форма паразитирует у корсака, монгольской и красной лисиц и скальной полевки, у человека же отмечены единичные случаи заражения (Ito *et al.*, 2010).

Несмотря на то что на территории нашей страны располагаются крупнейшие по масштабам и интенсивности эпидемиологического процесса природные очаги альвеолярного эхинококкоза, до сих пор имеется лишь отрывочная информация о генетической принадлежности паразитов, распространенных на территории России. Поэтому в дальнейшем планируются широкомасштабные исследования на территории РФ и стран Центральной Азии, которые позволят больше узнать об ареале и путях распространения форм этого паразита, различающихся по своей патогенности по отношению к человеку.

С.В. Коняев^{1,2,5}, Г.М. Инговатова³, Ж.Р. Кабдолов^{4,5}, Я.Н. Шойхет³, А.Я. Бондарев¹

¹Институт систематики и экологии животных СО РАН (Новосибирск);

²Асахикавский медицинский университет (Япония);

³Алтайский государственный медицинский университет (Барнаул);

⁴Павлодарский государственный педагогический институт (Казахстан);

⁵Новосибирский государственный аграрный университет

Литература
Konyaev S. V., Yanagida T., Nakao M. *et al.* Molecular identification of human echinococcosis in the Altai region of Russia // *Parasitology International*. 2012. Vol. 61(4). P. 711–714.

Konyaev S. V., Yanagida T., Nakao M. *et al.* Genetic diversity of *Echinococcus* spp. in Russia // *Parasitology*. 2013. Vol. 140. P. 1637–1647

Nakao M., Yanagida T., Konyaev S. V. *et al.* Mitochondrial phylogeny of the genus *Echinococcus* (Cestoda: Taeniidae) with emphasis on relationships among *Echinococcus canadensis* genotypes // *Parasitology*, 2013. Vol. 140(13). P. 1625–1636.

Nakao M., Xiao N., Okamoto M. *et al.* Geographic pattern of genetic variation in the fox tapeworm *Echinococcus multilocularis* // *Parasitology International*, 2009. Vol. 58 (4). P. 384–389.

Работа поддержана Программой ФНИ Государственных академий наук 2013–2020 гг. (проект № VI. 51.1.5) и грантом Павлодарского государственного педагогического института «Разработка мультипраймерной ПЦР для диагностики и дифференциации очагов альвеолярного эхинококкоза в Республике Казахстан»

В. А. КАРЕЛИН, Й. П. НИЛЬСЕН

Петр Николаевич САВИЦКИЙ:

«евразиец» в Норвегии



Географ, экономист-историк, культуролог, философ, поэт и общественный деятель П. Н. Савицкий известен как основатель евразийства – социально-философского учения и идейно-политического движения русского эмигрантского зарубежья, в центре которого лежит идея России как самобытной цивилизации. Основные вехи его жизни и взгляды достаточно хорошо отражены в исследовательской литературе. Однако ранний (1916–1917 гг.), «норвежский», период биографии Савицкого, связанный с русской дипломатической миссией в столице Норвегии Христиании, где молодой ученый имел возможность наблюдать царскую дипломатию в действии, остается практически неизученным. Интереснейшие исторические документы, сохранившиеся в архивах, свидетельствуют, что на основе детального изучения данных экономической и политической географии того времени Савицкий обосновал необходимость сближения двух стран

Здание Российской дипломатической миссии в Христиании. 1907 г.

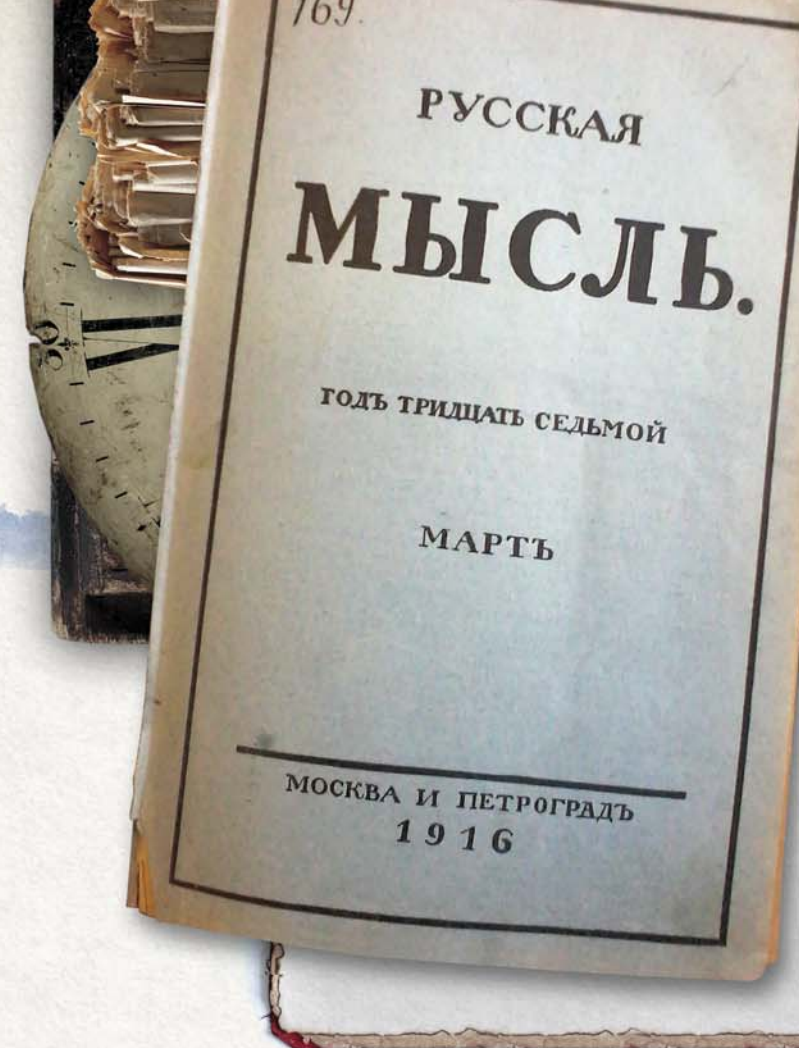
Ключевые слова: история российско-норвежских отношений; П. Н. Савицкий; история евразийства.
Key words: History of the Russo-Norwegian relations; Petr Savitskii and Eurasian ideas



Служба П. Н. Савицкого во время первой мировой войны в императорской дипломатической миссии в Норвегии заслуживает внимания исследователей не только из-за неполноты его биографических данных. Она важна главным образом потому, что хотя норвежский период его биографии длился только девять месяцев (июль 1916 г. – 1917 г.; ГАРФ. Ф. Р-5783. Оп. 1. Д. 12. Л. 1–11), это были месяцы напряженного научного труда, повлиявшие на становление его личности как мыслителя и ученого.

Новый опыт обогатил молодого ученого живыми впечатлениями, свежими идеями и знаниями в области экономической регионалистики, в сфере международных отношений и практической геополитики. Савицкий принимал непосредственное участие в дипломатических инициативах, детально исследовал положение Норвегии, структуру и динамику ее внешней торговли, а также ее тесные связи с Россией, имевшие к тому времени давние исторические корни. Все это позднее позволило ему обосновать желательность и, как он считал, закономерность сближения двух стран.

Нужно подчеркнуть, что в научной литературе имеются обращения к раннему творчеству Савицкого (Алеврас, 1999), однако



КАРЕЛИН Владимир Анатольевич – кандидат исторических наук, доцент кафедры менеджмента государственного и муниципального управления Мурманского института экономики, научный сотрудник Центра региональных исследований «Баренцева инициатива» (Мурманск). Автор и соавтор 93 научных работ



НИЛЬСЕН Йенс Петтер – кандидат филологических наук, кандидат исторических наук, профессор Арктического университета Норвегии (Тромсе), почетный доктор Северного (Арктического) федерального университета им. М. В. Ломоносова (Архангельск). Автор и соавтор 250 научных работ

© В. А. Карелин, Й. П. Нильсен, 2014



Петр Николаевич Савицкий (1895—1968) – русский экономист, географ, философ и культуролог, один из основателей и лидеров евразийского движения. Окончил Политехнический институт в Петрограде (1917). Будучи учеником П. Б. Струве, работал его помощником в правительстве барона Врангеля. После провала Белого движения эмигрировал в Прагу, где преподавал в высших учебных заведениях. В 1945 г. после взятия Праги Советской армией был арестован и отправлен в концлагерь, где провел свыше десяти лет, до реабилитации в 1956 г.

Страница из книги Й. Нильсена и В. Карелина «Старая» Россия и «новая» Норвегия: российско-норвежские отношения (1905—1917)» (2014), посвященная воспоминаниям П. Н. Савицкого о К. Н. Гулькевиче – его непосредственном начальнике во время работы в русской дипломатической миссии в Норвегии

за последние пятнадцать лет этот сюжет так и остался нетронутым историками. Очевидно, существуют объективные трудности, связанные с выявлением и введением в научный оборот новых документальных источников.

Ряд таких источников посчастливилось обнаружить в Архиве внешней политики Российской империи (Москва) в описи дел Отдела печати и осведомления МИД. А в личном фонде Савицкого в Государственном архиве РФ был обнаружен интереснейший документ – воспоминания Савицкого о дипломате К. Н. Гулькевиче. В качестве русского посланника в Норвегии Гулькевич был прямым начальником и наставником Савицкого, с которым все последующие годы его связывали теплые, дружеские отношения, тем более удивительные, что их разделяла большая разница в возрасте 30 лет.

346

Часть 2

ДОКУМЕНТ 173

Рукопись воспоминаний П. Н. Савицкого о К. Н. Гулькевиче¹⁸⁵.

Мои воспоминания о Константине Николаевиче Гулькевиче. Напечатаны в русской газете в Вильне, которую издавал Д. Д. Бохан. Печатались они, кажется, летом 1937 г.¹⁸⁶

К 1916 году Константин Николаевич Гулькевич, уже выдлившийся из среды тогдашних русских дипломатов своими успешными действиями в Константинополе в 1914 году и затем работой по заключению соглашения с союзниками о проливах, оказался на ответственном по тем временам посту Российского Посланника в Христиании (нынешнем Осло). Он страдал от отсутствия в составе миссии человека хоть сколько-нибудь компетентного в экономических вопросах. В связи с этим в июле 1916 года прямо со студенческой скамьи я был направлен Министерством Иностранных Дел по инициативе Барона Б. Э. Нольде в помощь Константину Николаевичу. Через несколько недель мне было присвоено импровизированное звание «Эд коммерсиаль».

Но та работа, которую на меня возлагал Константин Николаевич Гулькевич, не ограничивалась только экономическим вопросом. Константин Николаевич горел пафосом дела. Он постоянно повторял, что у нас 180 миллионов «работодателей», т. е. все население России. И что мы должны исполнить свой долг перед ними. Это не были для него пустые слова. Впоследствии мне довелось однажды увидеть его в Женеве (в конце марта или в начале апреля 1927 года). И я живо ощутил, какой неизбывной трагедией стал для него тот факт, что число его работодателей сократилось со 180 миллионов до 1 миллиона (такова, как известно, приблизительная численность эмиграции).

В Христиании Константин Николаевич работал буквально с раннего утра до поздней ночи. Самую прилежную, самую тщательную кабинетную работу и работу деловых бесед он сочетал с блистательным выполнением своих светских обязанностей, справедливо видя и в этом свой долг перед «работодателями». Только вековая дипломатическая и светская традиция способны создавать то «умение очаровывать», представителем которой являлся Константин Николаевич. И, повторяю, оно соединилось в нем с работоспособностью, которая тогда казалась мне сверхчеловеческой.

¹⁸⁵ Прага, датируется июлем 1936 г.

¹⁸⁶ Заголовок написан автором от руки.

Большой удачей стала и находка писем Гулькевича в фонде крупнейшей публичной библиотеки Норвегии – Национальной библиотеки в Осло. Полезную информацию удалось извлечь из личной переписки Гулькевича с бароном Б. Э. Нольде, в то время занимавшим пост руководителя Второго департамента МИД в Петрограде (РГИА, ф. 737). Все эти документы позволили авторам по-иному взглянуть на проблему.

«Русское дело» в Норвегии

В 1916 г. двадцатилетний Петр Савицкий был студентом экономического факультета Петроградского политехнического института. Каким же образом, не закончив образования, он оказался в разгар войны в норвежской столице?

Здесь необходимо сделать небольшое отступление, чтобы понять условия, в которых действовала русская дипломатия в Норвегии во время первой мировой войны. Эта страна приобрела тогда особую значимость для России. С одной стороны, через нее шло интенсив-

ное снабжение России стратегическими материалами, с другой – она превратилась в самостоятельный индустриальный ресурс. Норвежские электрохимические компании поставляли алюминий, сплавы, взрывчатые вещества, а огромный торговый флот – гордость норвежцев – обеспечивал безостановочную арктическую морскую коммуникацию, т. е. связь Антанты с Россией на Дальнем севере.

Однако одной экономикой дело не ограничивалось. Благодаря географическому положению Норвегии не менее важными оказались политический и даже скромный военный потенциал страны. МИД в Петрограде стал рассматривать Норвегию как желательного если не союзника, то ближайшего партнера на севере. В конце 1915 – начале 1916 г. перед руководством России встала задача использования Норвегии в качестве политического и, возможно, даже военного противовеса германофильской Швеции. Норвежскую политическую и торгово-промышленную элиту старались привлечь перспективой взаимовыгодного экономического партнерства во время и после войны.



Специалист по математической статистике А. А. Чупров учился в Санкт-Петербургском Политехническом институте в одно время с П. Н. Савицким. В 1916 г. Чупров встретился в Христиании с Савицким, который познакомил его с русским посланником в Норвегии К. Н. Гулькевичем. Гулькевич и Чупров стали близкими друзьями до самой смерти последнего в 1935 г.



Известный российский экономист, политический и общественный деятель П. Б. Струве, заведующий кафедрой политэкономии в Санкт-Петербургском политехническом институте и руководитель семинара, который посещал студент П. Н. Савицкий. В 1906 г. Струве возглавил журнал «Русская мысль» и привлек к сотрудничеству студента Савицкого, напечатав ряд его статей



Видный дипломат К. Н. Гулькевич служил российским посланником в Христиании в феврале 1916 – мае 1917 г. П. Н. Савицкий стал его помощником по коммерческим делам (июль 1916 – март 1917 г.). В 1917—1920 гг. был российским послом Временного правительства и дипломатическим представителем белогвардейских правительств в Швеции. В дальнейшем жил в Швейцарии, занимался вопросами оказания помощи российским эмигрантам



В итоге в начале 1916 г. было принято решение заменить прежнего посланника в Норвегии, попросившегося в отставку, и весной того же года дипломатическую миссию в Христиании возглавил опытный дипломат К. Н. Гулькевич, зарекомендовавший себя как горячий сторонник и энергичный проводник нового курса в русско-норвежских отношениях. Сам он определял его как «русское дело в Норвегии».

Новый посланник нуждался в компетентных сотрудниках, готовых много и самоотверженно трудиться, ибо объем дел, свалившихся на миссию с началом войны, многократно возрос, а штат русской дипломатической миссии был слишком мал, что подтверждается словами Гулькевича из его личного письма от октября 1916 г.: «...решительно нет времени, работаем, как негры, без отдыха» (РГИА Ф. 727. Оп. 1. Д. 315. Л. 18, 18 об.).

Проблему нехватки сотрудников отчасти решили временным командированием в Норвегию внештатных работников, одним из которых и стал студент 3-го курса экономического отделения П. Н. Савицкий. Рекомендовал его директор Второго департамента МИД барон

На карте цветом выделены военно-политические альянсы во время Первой мировой войны (1914—1918 гг.): страны нейтралитета (желтым), и противоборствующие стороны – блок Центральных держав (розовым) и державы Антанты, включая Россию (серо-зеленым). *Public domain*

Б. Э. Нольде, бывший профессором международного права в институте, где Савицкий учился. Нольде, в свою очередь, узнал о способном юном экономисте благодаря товарищу по кадетской партии, профессору того же института П. Б. Струве. Струве, высоко ценивший способности Савицкого, уже опубликовал в журнале «Русская мысль», где он был редактором, несколько статей молодого исследователя.

Продолжается подписка на 1916 годъ
на еженедечный литературно-политический журналъ
РУССКАЯ МЫСЛЬ.
Редакторъ-издатель Н. Б. Струве.

Кромѣ belletristischenъ произведенийъ, стихотвореній, литературныхъ, научныхъ и публицистическихъ статей, въ журналѣ постоянно печатаются слѣдующіе отдѣлы:

1. Материалы по исторіи русской литературы и культуры.
2. Въ Россіи и за границей. (Обзоры и замѣтки.) Отдѣлъ этотъ содержитъ слѣдующія рубрики:
1. Политика, общественная жизнь и события. 2. Литература и искусство. 3. Фило-
совское движение. 4. Историческая наука. 5. Ирановѣдѣніе. 6. Религія и вероуче-
ніе. 7. Школа и воспитаніе. 8. Естествознаніе. 9. Военное и морское дѣло. 10. Некрологъ.
3. Критическое Обзорѣніе (Библиографическій отдѣлъ). Къ Критиче-
скому Обзорѣнію прилагается расположенный въ систематическомъ порядкѣ
списокъ всѣхъ выходящихъ на русскомъ языкѣ книгъ.

Съ самаго начала войны, такъ и въ наступающемъ году „Русская Мысль“ будетъ стремиться всесторонне освѣщать создавшееся мировое по-
ложене и разрабатывать проблемы, выдвинутыя великой войной во всѣхъ
областяхъ государственной и культурной жизни.

Въ виду весьма значительнаго повышенія типографскихъ расходовъ и
цѣны бумаги, новаго обложки периодическихъ изданій и вообще роста
почти всѣхъ издержекъ по изданію, подписная цѣна на „Русскую Мысль“
и цѣна книги въ отдѣльной продажѣ **возвышается.**

Условія подписки:

Съ пост. и перес. въ Россіи	3 мѣс.	6 мѣс.	9 мѣс.	3 гда.
Россіи	18 р.	13 р.	50 к.	9 р. 4 р. 50 к.
За границу	20	15	—	10 5
На одинъ мѣсяць для иногородн. внутри Россіи	1 р. 75 к.			

Цѣна отдѣльнаго номера въ продажѣ 1 р. 75 к.

Принимается подписка и производится розничная продажа №№ журналовъ въ Петроградѣ, въ главномъ конторѣ журнала: Лѣсной просп. (оппоз. Нюстадская), д. 6 (близъ Финляндскаго вокзала); въ Москвѣ, въ отдѣ-
льный конторы: Ситный-Вражеск., д. 20, кв. 3, а также у всѣхъ круп-
ныхъ книгопродавцевъ обихъ столицъ (у П. П. Карбасникова, Петро-
градъ, Гостиный дворъ и Москва, на Моховой) и большихъ провинціаль-
ныхъ городовъ.

на временную службу в императорскую дипломати-
ческую миссию, которая открывала ему возможность
исполнить долг на гражданской службе, совмещая ее
с изучением международной экономики на практике.

В дипломатическом представительстве приезда
Савицкого ждали с нетерпением. В воспоминаниях он
напишет: «Посланник в Христиании страдал от отсут-
ствия в составе миссии человека хоть сколько-нибудь
компетентного в экономических вопросах. В связи
с этим в июле 1916 года прямо со студенческой скамьи

Титульный лист и страница с оглавлением журнала
«Русская мысль» под редакцией Б. В. Струве,
в котором была опубликована известная статья
П. Н. Савицкого «Борьба за империю. Империализм
в политике и экономике» (1915, № 1, с. 51—77).
Библиотека академии наук, Санкт-Петербург



ОГЛАВЛЕНІЕ.

I. СЫНЫ ПРОМЕТЕЯ. Трагедія.—Вачеслава Иванова . . .	1
II. ЖИЗНЬ НАЧИНАЕТСЯ ЗАВТРА. Романъ Гвидо да Верона. (Guido da Verona. „La vita comincia domani“. Roma.) Съ итальянскаго.—Перев. З. Н. Журавской . . .	38
III. СТИХОТВОРЕНІЕ.—Александра Блока	82
IV. ЗЕМНОЕ. Разсказъ.—П. Ночового	83
V. СТИХОТВОРЕНІЯ.—Федора Соллогуба	118
VI. ИМПЕРАТОРЪ ПОРТУГАЛЬСКІЙ. Верландская повѣсть Селмы Лагерлофъ. Съ шведскаго.—Перев. М. П. Благоу- вѣщенской	119
VII. ДВА СТИХОТВОРЕНІЯ.—Валерія Брюсова	161
VIII. ПЫЛЬ. Романъ.—Андрей Соболя	163
IX. СТИХОТВОРЕНІЯ.—М. О. Гершензона	199
X. РУССКАЯ ПОЛИТИКА ВЪ ЦАРСТВѢ ПОЛЬСКОМЪ ДО 1863 ГОДА.—А. А. Корнилова	1
XI. КИТАЙ И РОССИЯ. Настроенія современнаго Китая.—Вал. Сѣверскаго	32
XII. БОРЬБА ЗА ИМПЕРІЮ. Имперіализмъ въ политикѣ и экономикѣ.—Петра Савицкаго	51
XIII. ИЗЪ ТРЕЗВОЙ ДЕРЕВНИ.—В. П. Быстринна	78
XIV. О НѢКОТОРЫХЪ МАЛООБОСНОВАННЫХЪ ПРИТЯ- ЖАНІЯХЪ ИТАЛІИ И РУМЫНІИ.—А. Л. Петрова	86
XV. БОТТИЧЕЛЛИ. Опытъ по философіи искусства.—Наталиа Воначь	95
XVI. ОКОЛО ВОЙНЫ. Парижскія замѣтки.—А. Щепетова	124
XVII. НЕЙТРАЛИТЕТЪ НЕЗАВИСИМОЙ БЕЛЬГИИ.—Н. Со- ловова	139

я был направлен министерством иностранных дел в помощь Константину Николаевичу (Гулькевичу – авт.). Через несколько недель мне было присвоено импровизированное звание «Эд коммерсиаль» (ГАРФ. Ф. Р-5783. Оп. 1. Д. 12. Л. 1–11).

Круг обязанностей молодого сотрудника предполагал его деятельное участие в повседневных заботах дипломатической миссии по урегулированию русско-норвежских торговых отношений, в интенсивных переговорах, которые посланник вел в норвежском министерстве иностранных дел, в изучении местной деловой печати и экономической статистики. Савицкому довелось участвовать и в решении непростой задачи – склонить симпатии норвежской общественности на сторону России, что было непросто, учитывая общую плохую информированность норвежского общества и дурную репутацию в среде местных либералов царской России, символом которой многие считали казачью нагайку.

По инициативе Гулькевича Савицкий стал первым штатным корреспондентом правительственного Петроградского телеграфного агентства в Христиании. Он приложил много усилий для налаживания связей с норвежскими журналистами и снабжения местных органов печати и общественности позитивной информацией о положении России во время войны, а также

Здание бывшей русской дипломатической миссии в Христиании (Осло).
Фото В. Карелина

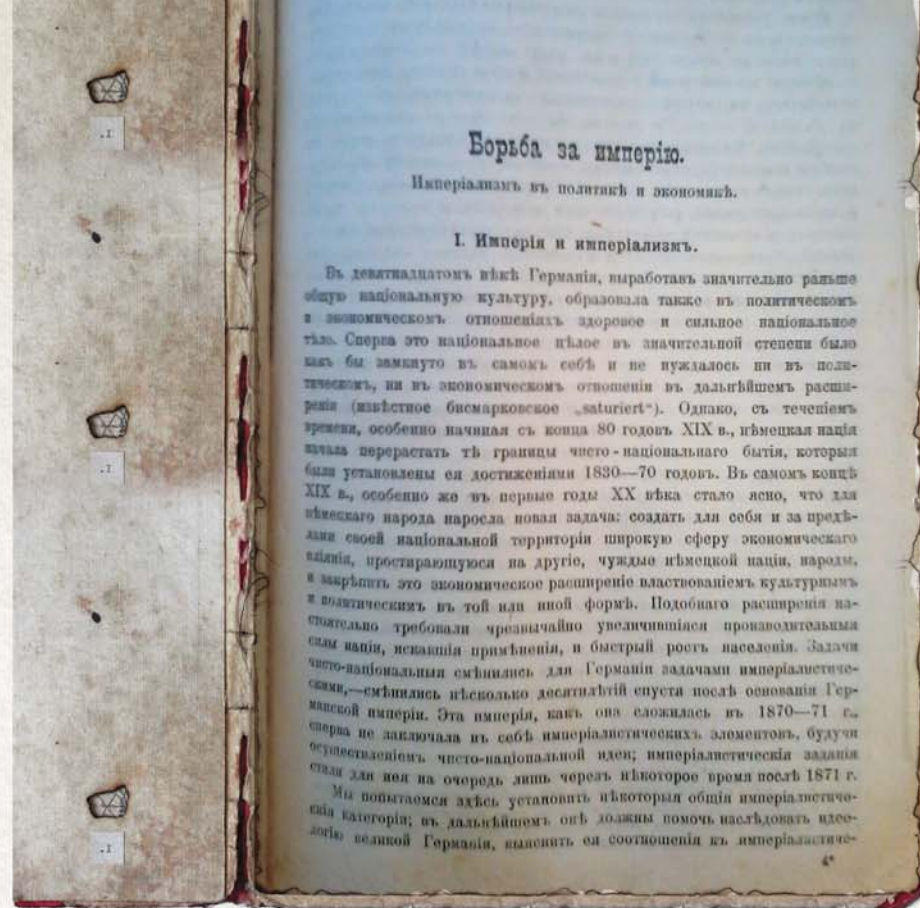


о многообещающих послевоенных перспективах ее народного хозяйства.

Гулькевич быстро и по достоинству оценил своего талантливого помощника. Летом 1916 г. в письме к Нольде он писал: «Несказанно Вам обязан за Савицкого. Боюсь сглазить, но в нем я приобрел сотрудника охотно и дельно помогающего мне. Ценю его за интерес к делу и горячую любовь к родине» (РГИА Ф. 727. Оп. 1. Д. 315. Л. 18 об.).

Русская торговля с Норвегией во время войны была сильно стеснена блокадной политикой Антанты, которую жесткой рукой направляла Великобритания. «Вдумываясь в тогдашнее положение, – размышлял Савицкий позднее, – я вижу, что в политическом отношении мы в Христиании шли во многом «на буксире» у англичан. В некотором смысле это было «естественно», ибо по характеру своих связей Норвегия больше зависела от Великобритании, чем от России» (ГАРФ. Ф. Р-5783. Оп. 1. Д. 12. Л. 1–11).

Вместе с тем Савицкий разделял оптимистические взгляды Гулькевича на многообещающее будущее русско-норвежских отношений. Оба считали возможным потеснить преобладающее влияние Англии в этой стране путем частичной политической и торгово-экономической переориентации Норвегии. Вследствие этого они уделяли большое внимание послевоенному экономическому сотрудничеству двух стран, увязывая его с решением задачи хозяйственного подъема Русского Севера. Со своей стороны, норвежское правительство



Первая страница статьи П. Н. Савицкого «Борьба за империю. Империализм в политике и экономике» (Русская мысль, 1915, № 1. С. 51–77). Библиотека академии наук, Санкт-Петербург

и крупный бизнес охотно принимали «ухаживания» русских дипломатов, строя на послевоенное время далеко идущие планы реализации собственных деловых интересов в Сибири и на Русском Севере в форме масштабных инвестиционных проектов.

«Экономическая война» – торгово-политические перспективы

Лишь в марте 1917 г. Савицкий вернулся в Петроград, где ему нужно было закончить курс обучения. Девятимесячная командировка в Христианию обогатила его научные представления и расширила политический кругозор, о чем свидетельствует успешная защита в Совете факультета в октябре того же года диссертации на тему «К характеристике торговой политики времен войны: Норвегия с июля 1916 по март 1917 г.». В итоге Совет не только присвоил ему звание кандидата экономических наук, но и оставил при кафедре политэкономии в статусе стипендиата-докторанта (ЦГИА СПб. Ф. 478. Оп. 26. Д. 4. Л. 533 об.).

Обнаружить в архиве рукопись самой диссертации, к сожалению, до сих пор не удалось. Однако в фондах Архива внешней политики Российской империи (Москва) сохранились «докладные записки» Савицкого, подготовленные им для Отдела печати и осведомления МИД. Эти аналитические труды способны послужить, в частности, источником суждений об эволюции его взглядов на экономическую географию и геополитику.

В самом первом из своих трудов, где Савицкий изложил результаты изучения германо-норвежских торговых отношений, он пришел к выводу,

что для Норвегии во время войны критически важным было получение некоторых сортов немецкого железного проката и продуктов химической промышленности. В этом смысле заменить Германию, по мнению автора, державы Согласия (Антанты) были не в состоянии. Поэтому норвежцы любыми силами стремились сохранить торговые связи с Германией, поставив в обмен рыбу и железный колчедан. Попытки же официального Лондона заставить Норвегию полностью прекратить торговлю с немцами наталкивались на упорное сопротивление и приводили к серьезному ухудшению англо-норвежских отношений (Riste, 1965). По мнению дипломатов, Россия могла использовать сложившуюся ситуацию для укрепления собственных позиций за счет ослабления влияния в Норвегии англичан.

Следующая записка Савицкого «Вопросы экономического будущего в скандинавской печати», датированная не позднее 4/18 октября 1916 г., содержит обзор публикаций влиятельных органов местной печати, тесно связанной со шведскими и норвежскими деловыми кругами. Савицкий характеризовал в ней сложившуюся в разгар войны «промышленную идеологию двух скандинавских стран», которые «в своих мечтах о великопромышленном вывозе обращают внимание на весь окружающий мир. Но все-таки, как это чувствуется в настроениях норвежцев, больше всего на Россию».

Автором одной из статей – «Готовы ли мы к экономической войне?» – был шведский экономист Г. Седершельд. Статья была перепечатана влиятельным норвежским изданием «Norges Handels og Sjøfartstidende» с примечанием, что все с ней сказанное относится и к Норвегии. Савицкий обратил внимание и на содержание редакционной статьи крупнейшей общенациональной норвежской газеты «Aftenposten», название



которой – «Торгово-политические перспективы будущего» – говорило само за себя.

«Объединяющие» идеи этих двух публикаций в тезисном изложении таковы.

За время войны Швеция и Норвегия, благодаря нейтралитету и широкой торговле с воюющими, достигли невиданных успехов в своем промышленном экспорте и несказанно разбогатели. Возросшая экономическая и финансовая мощь вызвала в деловых кругах прилив чувства гордости, национального самосознания и стремление продолжить «велико-промышленное наступление» и после войны. Однако, предсказывали авторы, в близком послевоенном будущем скандинавов ждет трудное испытание: им предстоит выдержать вызов со стороны опасного противника, так как германские конкуренты, несомненно, сделают все, чтобы вернуть завоеванные еще до войны рынки. В результате, полагали авторы, после заключения мира немедленно начнется новая война, «экономическая», в которой, в отличие от обычной, не будет «нейтральных».

Германия уже в 1916 г. приступила к подготовке большого торгового наступления. Деловые круги скандинавских стран предполагали, что державы Согласия немедленно ответят «репрессивно-покровительственной политико-таможенной системой». С этой целью

Железная дорога к незамерзающему Баренцеву морю стала необходимостью во время Первой мировой войны. Несмотря на спешку и огромные трудности, железная дорога на Мурман протяженностью 987 верст (1054 км) была сдана во временную эксплуатацию в ноябре 1916 г. Часть строительных материалов для нее была закуплена в Норвегии. На фото – участок строительства Мурманской железной дороги.

Фото: Ф. М. Проскудин-Горский.

Library of Congress Prints and Photographs Division
Washington, D.C. 20540. USA

будут ликвидированы все действовавшие в довоенный период торговые договоры о режиме наибольшего благоприятствования (АВПРИ. Ф. 134. Оп. 473. Д. 173. Л. 95). Савицкий заключил, что поскольку норвежские и шведские деловые круги видят главную опасность для себя после войны в агрессивной торгово-промышленной политике Германии, они ориентируются на сотрудничество с державами Согласия, в чьей военной победе уже не сомневаются.

Экономическая экспансия на Север?

Все эти экспертные заключения Савицкого в основной степени относились к норвежцам. Их индустрия переживала в 1916 г. расцвет, о котором, по словам Савицкого, за несколько лет перед этим «норвежцы и мечтать не могли». Однако после войны им предстояло столкнуться с серьезными трудностями, связанными, во-первых, с большой уязвимостью норвежской экономики, крайне зависевшей от экспортной торговли, особенно топливом и сырьем в частности. Во-вторых, международный статус Норвегии как малого государства не позволял ей рассчитывать на политические гарантии поддержания высоких темпов роста промышленности и внешней торговли, в частности, на приобретение колоний.

В таких условиях норвежское правительство стремилось к возобновлению правового режима наибольшего благоприятствования, всегда служившего основой ее торговой политики. Более того, оно надеялось заключить новые выгодные двусторонние торговые соглашения с державами Антанты, рассчитывая на уступки по таможенным вопросам. При этом, по мнению Савицкого, норвежские власти и крупный бизнес полагаются на обширный российский рынок, как наиболее перспективный и привлекающий безграничными возможностями индустриального экспорта. Поэтому деловые круги Норвегии разработали целую программу экономической экспансии на Севере.

В этой связи примечательны рекомендации, которые Савицкий предлагал вниманию руководителей МИДа и правительственных ведомств России. Он подчеркивал, что к тому времени сформировалась наиболее благоприятная почва для заключения с Норвегией нового выгодного торгового договора, который позволил бы обеим сторонам после войны избавиться от германского экономического засилья и посредничества: «В своих стремлениях Норвегия в большей степени обращена к России. И она будет во многом, если не во всем, готова пойти нам навстречу в ущерб Германии. <...> Связь интересов между обеими странами, несомненно, существует. И она требует, чтобы Россия уже теперь обратилась к мысли, в чем она может пойти навстречу и чего она должна требовать от норвежцев» (АВПРИ. Ф. 134. Оп. 473. Д. 173. Л. 96).

Еще в одной записке – «Норвежцы в деле развития нашего Севера», датированной 7/20 октября 1916 г., Савицкий повторил свою мысль относительно надежд норвежского бизнеса на завоевание доли на обширном российском рынке: «В отношении к их мечтам у нас может быть только одна точка зрения: из возможных зол нужно выбирать наименьшее, определив те (норвежские – авт.) изделия, ввоз которых при полном сознании

целей нашей хозяйственной политики все-таки нужно признать желательным и неизбежным. В намечаемых областях мы можем пойти им навстречу, ибо скандинавские страны и особенно, если не единственно, норвежцы являются для нас по своему политическому характеру более желательными поставщиками изделий, чем другие государства» (АВПРИ. Ф. 134. Оп. 473. Д. 173. Л. 111).

Но здесь Савицкий главным образом остановился на оценке перспектив норвежских инвестиций, связав их с планами хозяйственного подъема Русского Севера и Сибири: «Стремления норвежцев приложить свои силы к развитию производительных сил нашего Севера <...> нашли уже и сейчас широкое распространение в норвежских деловых кругах. И они составляют важную сторону хозяйственных идей современной Норвегии в их обращении к России. Там дело идет о вывозе товаров, а здесь о вывозе капиталов и людей. Такой вывоз за последнее время стал также непременным атрибутом всякого велико-хозяйственного расширения. <...> Но в стремлениях норвежцев есть некоторые позитивные черты, лишаящие их до известной степени характера обычного культурегерского подхода для оплодотворения «варварской» страны» (там же).

Савицкий считал, что норвежская промышленно-торговая экспансия не несет в себе опасности независимому хозяйственному и политическому развитию России и угрозы превращения ее в полуколониальную придаток более развитых соседей из-за двух особенностей. Во-первых, малого политического веса «страны фиордов». Во-вторых, из-за сосредоточения делового интереса норвежцев на строго «определенной, пространственно ограниченной и своеобразной по условиям области». Савицкий имел в виду район Кольского полуострова и северной Карелии – «мурманскую железную дорогу, северную часть губернии Олонецкой и Западно-Архангельской».

Континент разъединяет, а море соединяет

Таким образом, норвежский капитал, по мнению молодого экономиста, мог бы «послужить развитию Кольского края», ибо на это «указывает норвежцам как будто сама природа» (там же). Интересно, что для обоснования своего тезиса автор прибегает не только к данным физической и экономической географии, но и к известному геополитическому постулату: «континент разъединяет, а море соединяет».

Эта северная область, являясь каменным плато, прилегающим к возвышенностям Финляндии и Норвегии, по словам Савицкого, «составляет в естественном смысле, скорее часть скандинавского, шведско-норвежского

мира, чем Европейской России. Она не менее богата лесом, рыбой и водной силой, чем другие части этого мира, но, в известном смысле, обездолена в отношении климата – большая суровость, и сообщений – замерзающее (Белое – авт.) море». Эта частичная «обездоленность» и обусловила, полагал Савицкий, «запоздание в развитии наших областей, в сравнении с соседней Скандинавией» (*там же*).

«Природа и хозяйственные условия, – пишет он, – в некоторой степени отчуждают наш Крайний Север, в особенности район нынешней Мурманской железной дороги, от остальной России и роднят его со Скандинавией. И, несомненно, существует некоторая историческая узаконенность того, что население более счастливых в культурном смысле частей Скандинавского мира оказало нам помощь в использовании природных ресурсов этих областей» (*там же*).

«Но, – продолжал Савицкий, – такие же континентальные пространства и водоразделы, какие отделяют наш Крайний Север от остальной России, отделяют его и от Финляндии и Швеции. И, наоборот, море приближает и связывает его с Норвегией. И поэтому даже независимо от соображений политического характера – именно за норвежцами мы можем признать наибольшее предопределение, покоящееся на естественных и культурных условиях, оказать нам содействие в использовании лесов, водопадов и ловов нашего Севера» (*там же*).

Роль же Крайнего Севера «в общем строе хозяйственной жизни России» Савицкий в обозримом будущем видел совершенно особой. Прежде всего речь шла о лесных богатствах: «Тут экспорт стоит на первом плане. Леса Севера должны послужить России «платежным средством» всех финансовых обязательств за границей. <...> Север, тем самым, будет давать остальной России возможность избежать лишений ради вывоза и полностью удовлетворять свои потребности» (АВПРИ. Ф. 134. Оп. 473. Д. 173. Л. 112). Нельзя не заметить, что это предвидение молодого экономиста частично оправдалось уже в начале 1920-х гг. С созданием советского треста «Северолес» и размещением иностранных концессий Север, действительно, стал для СССР источником валюты, которая способствовала последующей индустриализации страны.

Что же касается послевоенной хозяйственной эволюции континентальной части Европейской России, Сибири, Дальнего Востока, Туркестана и Кавказа, то Савицкий считал, что «с своим экономическим прогрессом они, несомненно, пойдут по путям «взаимодополнения», <...> хозяйственной кооперации, обслуживания друг друга и усиления внутриимперского оборота. Конечно, и по удовлетворению этого оборота у нас окажутся продукты, которые мы можем вывозить. Но при трезвом

взгляде на вещи приходится признать, что вывоз и вообще внешняя торговля будут и далее иметь для основного круга русских областей принципиально второстепенное значение» (*там же*). Нельзя не заметить, что, исключив термин «внутриимперский оборот», прогноз Савицкого вполне можно проецировать на советский этап развития экономики, начиная уже с 1920-х гг.

Таким образом, знакомство с работами П. С. Савицкого, сделанными им в короткий «норвежский период», позволяет заключить, что на протяжении всего своего пребывания в этой северной стране он еще не отделял Россию от Европы цивилизационно. В своих идеологических и социально-политических взглядах он оставался на либерально-западнических позициях, близких к тем, что защищал его учитель, кадет П. Б. Струве.

К этому, видимо, следует добавить, что Савицкий искал и нашел в Норвегии подтверждение идеи, навеянной современными ему геополитическими сочинениями, что морским державам (к коим относилась и Норвегия) противостоит Россия как неразрывное экономико-географическое целое, как «континент–океан». С физико-географической точки зрения Савицкий рассматривал Кольский Север как часть Северной Европы, почему и полагал возможным и желательным привлечение в эту область капиталов и передовых технологий скандинавских партнеров, «главнейшим» из которых была Норвегия.

Позднее он радикально пересмотрел свои позиции под влиянием катастрофического для имущих классов России Октябрьского революционного переворота и краха Белого движения, выступив с концепцией евразийства (Савицкий, 1925). В ее основе уже лежала критика европоцентризма и идея, что Россия является самостоятельной евразийской цивилизацией, идеологически, исторически и культурно противостоящей Западу.

Показательно здесь разочарование Савицкого в союзниках по Антанте и западных либеральных демократиях, которые во время гражданской войны преследовали в России свои узкокорыстные политические и экономические интересы. Вместе с тем любопытно и то, что с переходом на позиции евразийства Савицкий решительно осудил, как он писал, «воинствующий экономизм» как либералов-западников, так и большевиков за их оторванность от религиозно-нравственных и духовных основ жизни общества. Возможно, что в отношении советского государства Савицкий все-таки ошибался, ибо как раз в СССР политика и идеология, напротив, всегда шли впереди экономики. И именно там парадоксальным образом были реализованы на практике некоторые экономико-географические идеи ученого.



В феврале 1924 г. Норвегия установила дипломатические отношения с СССР. Вверху – здание норвежского генерального консульства в Архангельске, 1930 г.

Литература

Алеврас Н.Н. Начала евразийской концепции в раннем творчестве Г.В. Вернадского и П.Н. Савицкого // *Вестник Евразии*. 1999. № 1. С. 5–17.

Быстряков В.Ю. В поисках Евразии. Общественно-политическая и научная деятельность П.Н. Савицкого в годы эмиграции (1920–1938). Самара: Самар. кн. изд-во, 2007. 280 с.

Савицкий П.Н. *Евразийство* // *Руль*, 10 января 1925 (№ 1247).

Савицкий П.Н. «Борьба за империю. в политике и экономике. // *Русская мысль*. 1915. № 1. С. 51–77. № 2. С. 56–77.

Савицкий П.Н. *Развитие производительных сил* // *Русская мысль*. 1916. № 3. С. 41–46.

Riste O. *The Neutral Ally // Norway's Relations with Belligerent Powers in the First World War*. Oslo, 1965.

Иллюстрации на стр. 32–33 по: Bakhmeteff Archive, New York (USA), Архив РАН

Редакция благодарит Ольгу Красникову за помощь в подготовке иллюстраций

БОРЬБА ЗА ИМПЕРИЮ. 77
 Россия ильи – образовать органическое империалистическое единство из всех народов и земель старой культуры от Константинополя через Дели до Пекина. При современной недовыработанности многих отраслей русской культуры, например, культуры политической, Россия еще надолго обречена ограничивать круг своих империалистических достижений овладением провинциальной сферой своего влияния грузин, армян, персов, сартов, да, пожалуй, монголов. Англия не имеет того континентального могущества, которое имеет Германия. Именно это могущество обусловило характер и направление настоящей войны. Поэтому России более удобно сожительство с великой Британией, чем с великой Германией. Но если Россия будет иметь твердую гарантию против континентальных поползновений на нее Германии, то вопрос, Великая Британия или Великая Германия, как преобладающая колониальная держава, становится для России принципиально безразличным.

Петр Савицкий.



АСИММЕТРИЧНОЕ СОСЕДСТВО: РОССИЯ И НОРВЕГИЯ, 1814—2014

К 200-летию
Конституции Норвегии

Innhold

Forord	11
Innledning	14
KAPITTEL 1 Norsk-russiske fellesområder fram til 1814	19
KAPITTEL 2 Mot en ny grense: Traktaten av 1826	38
KAPITTEL 3 Russefske og russehandel fram til 1815	60
KAPITTEL 4 Norsk og russisk ishavsfangst fram til Krimkrigen	77
KAPITTEL 5 Russlands rolle i det norske nasjonale prosjektet 1814–1855	97
KAPITTEL 6 Den isfrie havn og Novembertraktaten av 1855	126
KAPITTEL 7 Konsuler og kjøpmenn, russehandel og russensorsk	152
KAPITTEL 8 To bondesamfunn	188
KAPITTEL 9 Tidlige russiske forestillinger om Norge	209
KAPITTEL 10 Nordmenn på Murmankysten	219
KAPITTEL 11 Fangstrettigheter, suverenitet og grenser til havs	254
KAPITTEL 12 Kirkelige og religiøse berøringspunkter	290
KAPITTEL 13 Minoritets- og urfolkspolitikk i nord	318
KAPITTEL 14 Russland kommer nærmere	343
KAPITTEL 15 Kulturførbindelser 1814–1917	371
KAPITTEL 16 Norge og Russland i 1905	401
KAPITTEL 17 Striden om de arktiske arkipeler	426
KAPITTEL 18 Kiberg og Kiberg-rettighetene	447
KAPITTEL 19 Vitenskapelige forbindelser innen arktisk forskning	469
KAPITTEL 20 Norsk handel og investeringer i Russland etter 1905	482
KAPITTEL 21 Kampen om nordmennenes hjerter	525
Avslutning	545
Noter	551
Litteratur	584
Forfatterkreditering	618
Bildekreditering	620
Register	626

Из заключения к книге «Сближение. Норвегия и Россия, 1814—1917»

«Заголовок первого тома книги – «Сближение. Норвегия и Россия, 1814—1917» – был выбран потому, что две соседние страны на протяжении двухсот лет делали шаги навстречу друг другу, добившись определенного успеха в важных областях. Население Северной Норвегии и Русского Севера облизилось благодаря существованию сезонной «поморской торговли». После 1815 г. ее масштабы и значение резко выросли. И норвежцы, и русские десятилетиями пользовались возможностью промысла в территориальных водах друг друга: русские рыбаки находили свой улов у побережья Восточного Финнмарка, а норвежцы, в свою очередь, искали промысловую добычу в горле Белого моря и вдоль берегов Новой Земли. С начала 1860-х гг. норвежцы-колонисты стали обустриваться на Мурманском берегу, а спустя поколение норвежские лесоторговцы и лесопромышленники стали переносить свой бизнес в Беломорье. Благодаря растущей коммерческой деятельности уже в 1815 г. по обе стороны северной границы были учреждены консульства, которые в течение второй половины XIX в. значительно расширили свою деятельность.

... До постройки Мурманской железной дороги наиболее легким способом путешествия из Петербурга на Мурманский берег было плавание с Балтики вокруг Скандинавского полуострова. Достичь зимой Мурманских берегов из Архангельска было невозможно из-за того, что Белое море покрывалось льдом. Это объясняет как уязвимость северных русских регионов, так и остроту проблемы

контроля над северными территориальными водами, а также почему российские власти до первой мировой войны предпочли не утверждать границу северных территориальных вод, защиту которой они были не в состоянии обеспечить. Норвежские рыбаки и промысловики, напротив, имели легкий доступ к водам и побережьям Русской Арктики из незамерзающих северонорвежских гаваней. И с 1870-х гг. они широко пользовались такой возможностью. Но шло время, и хозяйственная и коммерческая деятельность норвежцев в русских водах стала вызывать озабоченность правительственных властей в Петербурге. Это привело к принятию ими мер по защите российского суверенитета над Севером. В долгосрочной перспективе население Русского Севера имело все основания благодарить норвежских рыбаков и промысловиков за их бесцеремонные действия, ибо именно они побудили русское правительство наконец решить, намерено ли оно на деле защищать то, что считалось русскими владениями на Севере.

Для России было крайне важно сохранить эти северные территории до той поры, пока страна окажется в состоянии экономически их эксплуатировать. Губернатор А.П. Энгельгардт так писал об этом: «В этих широтах скрыты неведомые силы, которые лишь временно глубоко дремлют: в воображении путешественника, как мираж, [...] является локомотив, который, кажется, мчится сюда, чтобы пробудить спящие силы и возродить молчаливый, мрачный и пустынный регион».

Если бы мы воспользовались аллегорическим стилем губернатора, мы могли бы сказать, что Кольский полуостров все еще являл собой спящую красавицу. Но в 1915—1916 гг., непосредственно перед крушением монархии, царь получил наконец железнодорожную магистраль, соединившую Центральную Россию с Кольским заливом (Мурманскую железную дорогу). Таким образом было положено начало. А после Октябрьской революции к власти пришел Ленин в роли принца, «разбудившего» спящую красавицу. Это стало началом бурного индустриального и демографического развития Кольского полуострова, и в течение нескольких десятилетий в соседнем с Норвегией регионе родился город, сопоставимый по размерам с Архангельском – Романов-на-Мурмане (Мурманск). Россия стала ближе, но не только географически...

... Многие из того, что помогало сближению, касалось прямых контактов между жителями севера по обе стороны границы. Это то, что политологи называют межсоциальными отношениями. В летнее время между приезжими поморами, с одной стороны, и местными саамами и норвежским населением побережья Северной Норвегии, с другой, поддерживались социально значимые связи. Как правило, поморы год за годом посещали



Russland kommer nærmere

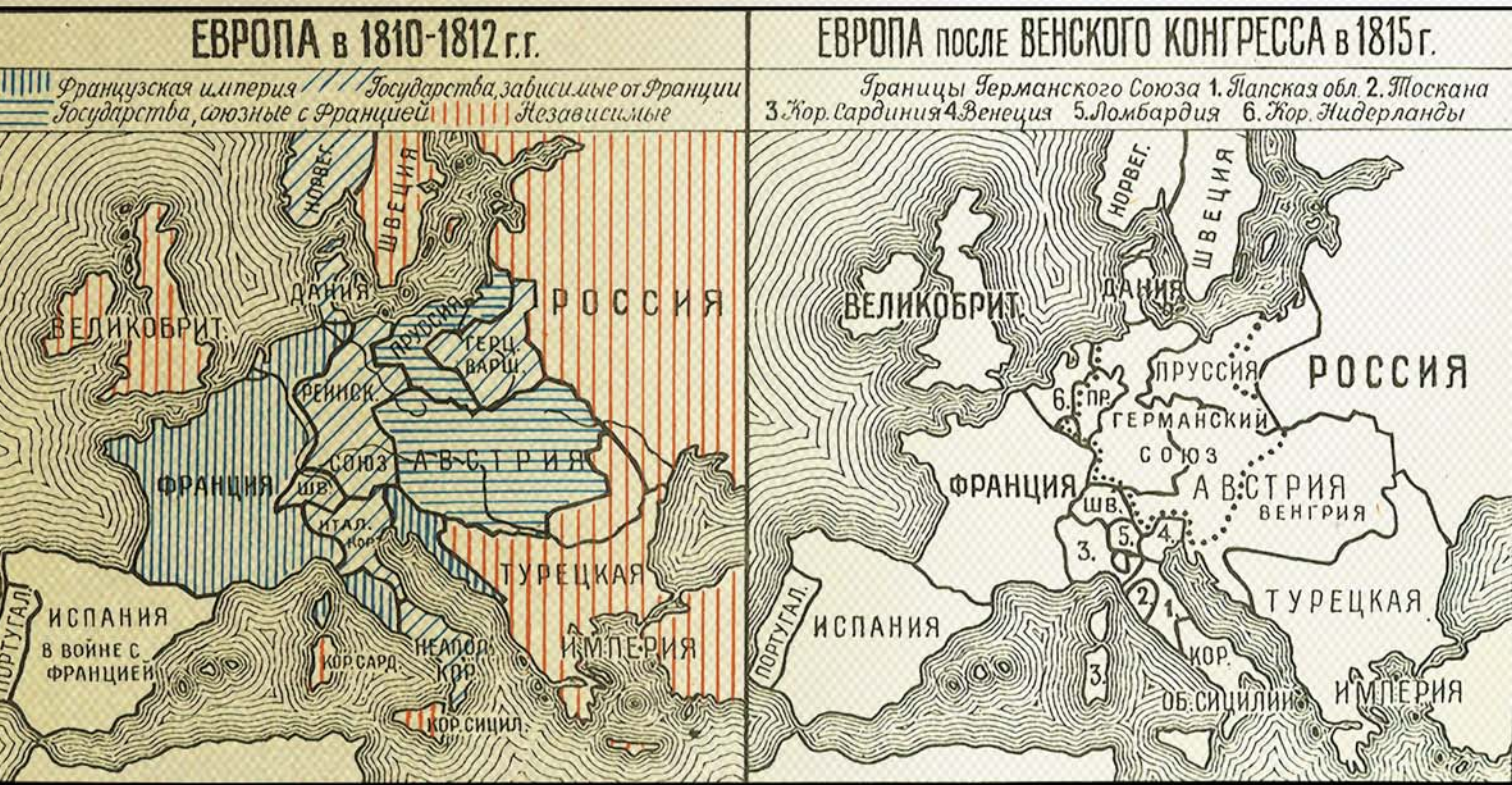
NORGE OG RUSLAND 1814–1917

Jens Petter Nielsen (red.)

Асимметричное соседство:
Россия и Норвегия, 1814—2014.
Коллективная монография
под ред. Й. П. Нильсена.

Том 1. Сближение. Норвегия и Россия, 1814—1917
PAX FORLAG A/S, OSLO 2014. — 643 с.: ил.
ISBN 978-82-530-3749-3

одни и те же фиорды, и естественным образом у них складывались отношения с их обитателями. Некоторые поморы-мореходы остались в Норвегии, влюбившись в норвежских девушек. Однако в поморский период в целом наблюдалось небольшое количество смешанных русско-норвежских браков. Поморы, конечно, были желанными гостями, но местные жители все же считали их чужаками, носителями совершенно иной культуры и религии, которых им было сложно понять и принять. Сохранялся также языковой барьер, поскольку разговорный «руссе-ношк», сформировавшийся как средство заключения торговых сделок с поморами, не давал возможностей для общения на более возвышенные темы. Несмотря на то, что поморы часто похвально отзывались о своих норвежских знакомых, они все же старались подчеркнуть собственную русскую идентичность».



Глава из книги

И. П. НИЛЬСЕН

Карта Европы в 1810—1812 г. (слева) и после Венского конгресса 1815 г. (справа).
 По: (Л. Г. Бескровный, 1946)

Две души и одна мысль.

Россия и создание шведско-норвежской унии в 1814 г.

Многие считают Александра I одним из наиболее противоречивых императоров России. Его называли «загадочным царем», «коронованным Гамлетом» и т. п. Его считали либералом одни, и осуждали как реакционера другие. Наполеон называл его «коварным византийцем» и тонким дипломатом, в то время как другие подчеркивали его религиозный мистицизм, который с каждым годом все более уводил его прочь от реальности.

Некоторые из противоречий, присущих Александру I, явно проявились в 1814 г. Победа над Наполеоном и вступление царя в Париж во главе русских войск в марте 1814 г., безусловно, стали кульминацией славы и могущества Российской империи, сравнимой лишь со вступлением русских войск в Берлин весной 1945 г.

Царю принадлежало решающее слово, когда речь шла о судьбе европейских государств, и он проявил к ним удивительное великодушие. Для Александра I уничтожение Империи Наполеона и восстановление на французском троне Бурбонов означали конец революции, переход Европы от войны к миру и от вражды народов к их примирению.

Священный союз, создание которого он инициировал, встал на страже консервативного идеализма, провозгласив сохранение мира в Европе на основе защиты существующих государственных и политических институтов. Он выступал за сохранение легитимных монархий и стремился защитить каждую европейскую страну против безбожия и революции.

Вполне понятно, что царь Александр I не располагал достаточным временем, чтобы глубоко вникнуть в так называемый норвежский вопрос, касавшийся судьбы северной периферии Европы. Несмотря на это, Россия фактически сыграла положительную роль в успехе либерального движения в Северной Европе в последний

период наполеоновских войн. Царь даровал конституцию восстановленной Польше и Финляндии (в то время как отказался сделать это в отношении собственного народа). 1809 г. был назван «прекрасным годом» в истории Финляндии. И это выражение по полному праву может быть использовано в отношении Норвегии в 1814 г. Существует, таким образом, связь между финским «прекрасным годом» и норвежским, и они обязаны своим общим происхождением России.

Норвегия в ходе противоборства коалиций, сменяющих одна другую во время наполеоновских войн, превратилась в своего рода волан, когда Дания-Норвегия и Россия то являлись союзниками, то находились по разные стороны баррикад. Поскольку в конце концов судьба Норвегии сложилась удачно, трудно не признать, что значительная часть заслуги в этом по праву принадлежит именно России и Александру I. Согласно утверждению норвежского историка О. Рибана (Oystein Rian), царь стал «крестным отцом» трех национальных государств, появившихся на территории Фенноскандии: Норвегии, Швеции и Финляндии. При этом норвежский историк шутливо добавляет, что «в столице Норвегии следовало бы поставить памятник царю Александру I».

Однако инициатива кардинальных перемен на политической карте Скандинавии исходила не от России, а от Швеции. Одним из мотивов шведов после избрания одного из наполеоновских генералов кронпринцем и наследником шведского трона в 1810 г. послужило желание получить поддержку Франции для возвращения Финляндии. Но Карл Йохан, новый кронпринц, смотрел на дело по-иному. Согласно его планам, шведам следовало признать тот факт, что Финляндия ими потеряна навсегда, и что будущие приобретения Швеции найдутся на западе, а не на востоке.

Вместо того чтобы начать новую войну против России, он обратился к ней за помощью, чтобы отнять Норвегию у датского короля, который с 1807 г. являлся союзником Наполеона. Две души и одна мысль. Взаимопонимание с Александром I было быстро достигнуто и затем оформлено в виде шведско-русского союзного договора, подписанного в апреле 1812 г. Александр I взамен на участие Швеции в борьбе против Наполеона обещал Карлу Йохану поддержать его требование к Дании уступить Норвегию. Такая компенсация за потерю Финляндии была призвана, по мнению царя, закрепить завоевание им Финляндии и обеспечить мир и стабильность в Скандинавии для нескольких поколений.

В Петербургском договоре было заявлено, что Россия должна оказать помощь Швеции дипломатически заполучить Норвегию, а если окажется необходимым, то и вооруженной силой. В договоре указывалось на размер военной помощи – 15 тыс. солдат. Договор был подтвержден, когда Александр и Карл встретились

в августе 1812 г. в Або. Среди внесенных в договор дополнений указывалось на помощь Швеции со стороны 35 тыс. русских солдат.

Но согласия России было недостаточно. Без поддержки Англии и помощи со стороны британского флота было мало надежд на то, что Карл Йохан сумеет удержать Норвегию, и ему пришлось пойти гораздо дальше, чтобы удовлетворить Британское правительство. В своей большой работе о значении 1814 г. для норвежской истории А. Бергсгорд (Arne Bergsgaard) пишет: «Правительство в Англии нуждалось в поддержке общественного мнения, и получить ее согласие на подчинение старой нации было трудно».

Чтобы склонить англичан присоединиться к русско-шведскому соглашению о Норвегии, Карлу Йохану пришлось пообещать даровать ей автономию, собственный парламент, законы и финансы. Наконец в марте 1813 г. Англия дала согласие.

И даже Россия пыталась повлиять на Швецию в либеральную сторону. После капитуляции Наполеона в апреле 1814 г. кронпринц Швеции Карл Йохан немедленно поспешил в Париж, чтобы напомнить царю о его обещаниях. В результате было решено, что великие державы должны направить свою миссию в Копенгаген и Христианию, чтобы убедиться, что будут выполнены условия так называемого Кильского трактата, т. е. январского соглашения 1814 г., которым король Фредерик VI Датский уступал Норвегию шведскому королю.

Великобритания и Пруссия поддержали идею создания комиссии великих держав, и даже Австрия спустя некоторое время согласилась принять в ней участие. Возглавил комиссию 26-летний генерал-майор русской службы Михаил Федорович Орлов, один из царских адъютантов.

Вследствие переворота в Норвегии, направленного против Кильского трактата, комиссии предстояло разрешить трудную задачу. Учредительное собрание, созданное в Эйдсволе, 17 мая 1814 г. утвердило Конституцию независимого норвежского государства, а датский наместник в Норвегии кузен датского короля и наследник трона Христиан Фредерик был избран королем Норвегии. Все это срывало планы Карла Йохана в отношении Норвегии. Генерал Орлов по прибытии в Христианию в начале июля 1814 г. убеждал Христиана Фредерика, что ему не удастся сохранить власть, а Норвегии – достичь полной независимости. Он предупредил его, что в противном случае России пришлось бы применить силу, чтобы помочь Швеции, а царь, если Христиан Фредерик откажется вернуться в Данию, воспрепятствует ему в положенное время стать королем Дании.

Члены миссии великих держав заранее договорились выступать общим фронтом в переговорах с Христи-



аном Фредериком, чтобы он не мог использовать их возможные разногласия. Тем не менее, в последующие дни Орлов несколько раз встречался с Христианом Фредериком один на один. Сначала только что избранный норвежский король не желал подчиниться требованию отречения. Он доказывал, что не в интересах России было бы усиливать Швецию за счет ее территориального расширения, что неизбежно произойдет в случае присоединения к ней Норвегии. На что Орлов возразил: «Россия не испугалась бы, даже если десять Норвегий объединились со Швецией». Более того, сказал он, царь дал слово, а «слово его повелителя священо в глазах всего мира».

Однако, позже Орлов заколебался, почувствовав симпатию к одинокому в его безнадежном сопротивлении Христиану Фредерику. Возможно, это случилось потому, что он осознал, что царь зашел слишком далеко в дружбе с Карлом Йоханом, и он вовсе не был уверен, что в долгосрочной перспективе она соответствует интересам России. И хотя союз со Швецией являлся тогда для норвежцев неизбежным, Орлов и остальные члены

Учредительное собрание Норвегии на Эйдсволе в 1814 г.

Худ. О. Вергеланд 1885 г. Холст, масло.
Архив Норвежского парламента, Осло

комиссии великих держав поддержали Христиана Фредерика в его усилиях обеспечить Норвегии наилучшие возможные условия в Шведско-Норвежской унии.

В XVII–XVIII вв. политика России заключалась в последовательной поддержке Дании и Дании-Норвегии против притязаний Швеции. И теперь генерал Орлов решил, что ей было бы выгодно, если бы союз между Норвегией и Швецией оказался скорее слабым, чем прочным. Возможно, царь согласился с его мнением, но мы не знаем этого наверняка. Наиболее важным для Александра I, без сомнения, было сдержать обещание, данное им Карлу Йохану. Ни в письме царя, которое Орлов доставил Фредерику VI в Копенгаген летом 1814 г., ни в инструкции русского министра иностранных дел Нессельроде, данной им Орлову о деятельности комиссии великих держав, нет ни одной формулиров-

ки, которую можно было бы интерпретировать таким образом, что Кильский трактат не должен составлять основы шведско-норвежского союза.

Но Христиан Фредерик все также не желал признавать этого. Когда комиссия встретила Карла Йохана в Уддевалле, ей пришлось признать, что свою миссию ей исполнить не удалось. Стороны столь упорно оппонировали друг другу, что война в итоге оказалась неизбежной. Она началась 26 июля, и ей суждено было стать последней войной между скандинавскими государствами. Хотя предупредить ее не удалось, работа комиссии великих держав имела все же важное значение для разрешения норвежского вопроса. Во время переговоров, которые велись в Христиании, Норвегия с благословения комиссии впервые выступила как самостоятельный субъект и как одна из сторон конфликта.

С тех пор норвежский вопрос не являлся более простым противоборством Швеции и Дании. Комиссия помогла Христиану Фредерику сформировать его стратегию для переговоров с Карлом Йоханом и поддержала норвежцев в том, что было для них самым важным в их требованиях, а именно, что Конституция должна быть сохранена в том виде, в каком ее утвердили в Эйдсволе.

В Государственном архиве Российской Федерации (ГАРФ) по сей день хранится копия норвежской конституции, переведенная на французский язык, в которой генерал Орлов указал те немногие изменения, которые должны были в ней быть произведены, прежде чем Норвегия соединилась союзом с Швецией.

Когда война растянулась на две недели, Карл Йохан отказался наконец от своей оппозиции Эйдсвольской конституции. В результате Шведско-Норвежская уния, когда ее 14 августа 1814 г. закрепили конвенцией, подписанной в Моссе, получила совершенно иное основание, чем Кильский трактат.

Когда Карл Йохан летом 1814 г. открыл военные действия, чтобы силой принудить Христиана Фредерика подчиниться, он имел право, согласно Петербургскому договору 1812 г., потребовать у России военной помощи. В Гольштейне в то время стояла большая русская армия под началом генерала Беннигсена. И хотя она занимала в целом выжидательную позицию, при необходимости несколько тысяч русских солдат могли пересечь Ютландию, переправиться через Каттегат в Южную Норвегию и заставить норвежцев сложить оружие.

В какой-то момент Карл Йохан просил переправить ему на помощь из Архангельска пять-шесть тысяч русских солдат и высадить их в Тронделаге. Однако по какой-то причине этого не произошло. Может быть, Карл Йохан решил, как пишет Бергсгорд, что в конце концов будет лучше, если он обойдется без них. Участие в сражениях «казаков» могло предположительно

вызвать в Норвегии враждебность на несколько поколений вперед.

Дания-Норвегия находилась в состоянии войны с Россией с 22 октября 1813 г., когда Фредерик VI объявил войну России и Пруссии. Формально война между Данией и Россией закончилась с заключением Ганноверского мира 8 февраля 1814 г. По-видимому, это подразумевало, что Норвегия также находилась в состоянии войны с Россией в течение этого периода. Однако прямых военных действий между норвежскими и русскими войсками не велось. Министр иностранных дел Нессельроде много лет спустя подчеркивал, как важен для России тот факт, что умиротворение Норвегии в 1814 г. произошло без русского военного вмешательства.

Для российских руководителей, кажется, только несколько лет спустя стало очевидным, что некоторый дуализм или антагонизм в отношениях Швеции и Норвегии был в интересах России. С 1830-х гг. Россия последовательно выступала против скандинавского сближения, которое русские называли «пан-скандинавизмом», и среди прочего – против тесного сплочения Шведско-Норвежской унии.

К концу XIX в. Россия стала опасаться, что пан-скандинавский союз может принять форму, при которой его составной частью станет и Дания. Подобный союз мог бы стать новым политическим объединением в Северной Европе и позднее вовлечь в свою орбиту и Финляндию. По мнению, сложившемуся в русском министерстве иностранных дел, в таком союзе могла доминировать Швеция, а сам он ориентировался бы на Германию. Зная это, легко понять, почему Россия, в 1814 г. бывшая ведущей силой создания шведско-норвежского союза, в 1905 г. стала первым государством, признавшим расторжение унии и установившим дипломатические отношения с независимой Норвегией.

Перевод В. А. Карелина

Редакция благодарит Ольгу Красникову за помощь в подготовке иллюстраций

Прогулка по атомным ступеням

или как перейти от фундаментальных исследований на поверхности к измерениям в мире нано



Л. И. ФЕДИНА, А. В. ЛАТЫШЕВ

Любой материальный объект для нас начинается с его поверхности, которая фактически является той границей, которая отделяет объект от окружающего пространства. И для любой технологии очень важно изучить эти свойства и попытаться их контролировать. Возможность непосредственного наблюдения за динамическим поведением поверхностей объектов в «наноразмерном масштабе» появилась благодаря союзу отражательной электронной микроскопии со сверхвысоковакуумными технологиями



ФЕДИНА Людмила Ивановна – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории нанодиагностики и нанолитографии Института физики полупроводников СО РАН им. А. В. Ржанова (Новосибирск). Автор и соавтор более 90 научных работ и 3 патентов

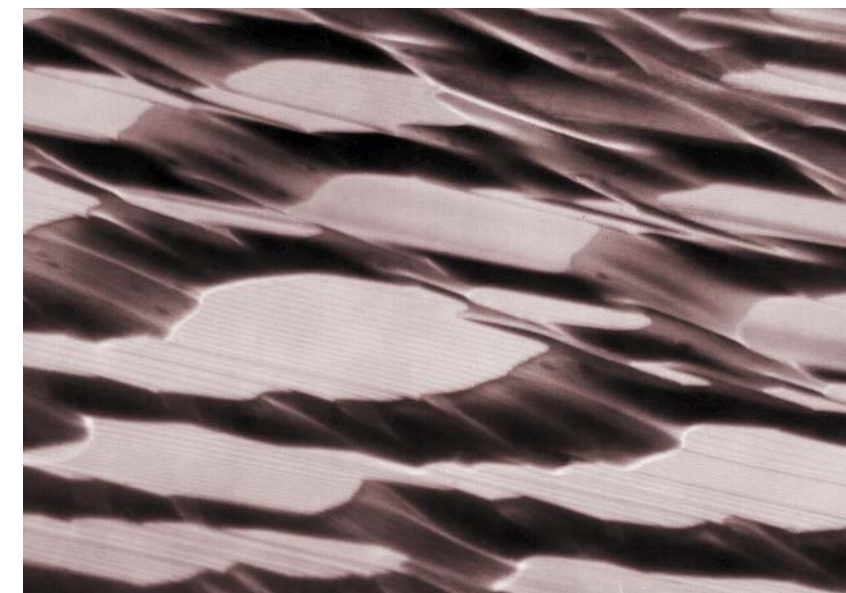


ЛАТЫШЕВ Александр Васильевич – член-корреспондент РАН, профессор, заведующий кафедрой физики полупроводников Новосибирского государственного университета. Лауреат премии Правительства РФ (2014). Автор и соавтор более 250 научных статей и 12 патентов

Это не поверхность Марса. Такой вид приобретает чистая поверхность кристаллического кремния после разогрева кристалла электрическим током до 1300 °С. Изображение получено в отражательном электронном микроскопе (ОЭМ) при тридцатитысячекратном увеличении

© Л. И. Федина, А. В. Латышев, 2015

Странный, фантастический рельеф с рядом бесчисленных «дюн» с резко обрывающимися краями... Это – не поверхность Марса или другого космического объекта. Говоря научным языком, так выглядит атомно-чистая поверхность пластины монокристаллического кремния (Si) в отражательном электронном микроскопе при увеличении в 30 тыс. раз после длительного пропускания постоянного электрического тока, разогревающего кристалл до 1300 °С. Чуть позже мы еще вернемся к причинам возникновения столь необычного рельефа, а пока в прямом смысле остановимся «на поверхности».



Нет необходимости говорить о том, что свойства поверхности важны, ведь именно с нее начинается и ею заканчивается любой объект или технология. Кремниевая микроэлектроника началась, когда научились локально изменять электронные свойства приповерхностных областей кристалла кремния, закрывать их оксидом и металлом и в результате получать транзистор. Уже тогда характеристики создаваемых устройств в существенной мере определялись свойствами самой поверхности и границ раздела, в том числе наличием примесей.

В наши дни на основе современных технологий, использующих приставку «нано», создаются приборы, локализованные на глубине нескольких десятков атомных слоев, т. е. фактически на самой поверхности. Эти технологии предъявляют все более жесткие требования к качеству поверхности и управлению атомными процессами, протекающими на ней. Поэтому без фундаментальных знаний о том, как движутся атомы на поверхности кристалла и как они взаимодействуют с атомными ступенями – главным структурным элементом кристаллической поверхности, сегодня не обойтись. Но для изучения этих процессов нужен соответствующий метод, позволяющий визуализировать структуру поверхности. Одним из таких структурно-чувствительных методов и является отражательная электронная микроскопия (ОЭМ).

Ключевые слова: сверхвысоковакуумная отражательная электронная микроскопия (СВВ ОЭМ), поверхность кремния, моноатомная ступень.

Key words: ultrahighvacuum reflection electron microscopy (UHV REM), silicon surface, monoatomic step

Кремниевая «лестница»

На изображениях атомных ступеней на реальной поверхности кремния, полученных с помощью ОЭМ, и структурной модели, созданной с помощью компьютерного моделирования, видно, что ступени появляются за счет выхода на поверхность кристаллографических плоскостей, в которых повышена плотность атомов.

Как это происходит? Представьте, что вы мысленно разрезаете кристалл, зная, что все атомы в нем строго упорядочены в виде трехмерной решетки в соответствии с типом химической связи. В простейшем случае такая решетка состоит из элементарных кубиков, в углах и на гранях которых располагаются атомы. Такой кубик называется элементарной ячейкой; ее перемещение (трансляция) по трем пространственным координатам воспроизводит положение всех атомов в кристаллической решетке.

Атомы в решетке кремния Si связаны ковалентной связью, в результате чего формируется структура типа алмаза, характерная для всех элементов IV группы таблицы Менделеева. На языке элементарных ячеек, структура алмаза состоит из двух «кубиков», вставленных друг в друга вдоль диагонали куба на четверть ее длины.

Для описания различных сечений кристаллической решетки, в которых плотность атомов значительно варьируется, используются индексы Миллера. Не вдаваясь в подробности, скажем только, что поверхность Si с индексами (111) соответствует сечению двоянного кубика вдоль одной из его диагоналей. Теоретически при таком строгом разрезе – параллельно плоскостям (111) – можно получить идеальную атомно-гладкую поверхность без каких-либо ступеней.

Однако в реальности разрезать слиток Si точно по плоскости (111) невозможно, так как современная точность резки не превышает $0,5^\circ$. Это означает, что реальная поверхность разрезанного кристалла будет состоять из кусочков атомно-гладких участков поверхности (111), разделенных атомными ступенями, что хорошо видно на компьютерной модели. Высота получившихся ступеней будет строго равна расстоянию между плоскостями (111), выходящими на поверхность, т. е. 0,314 нм. Фактически это расстояние близко к размерам самого атома кремния ($\sim 0,1$ нм или 10^{-10} м), поэтому ступени и называют «атомными».

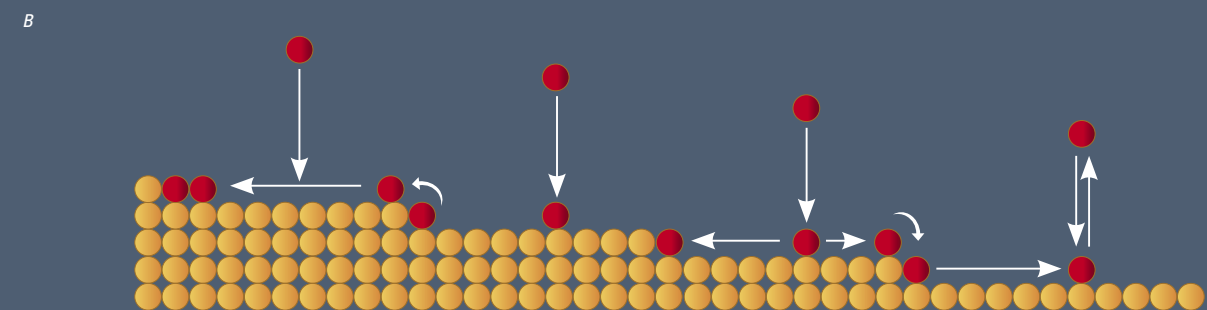
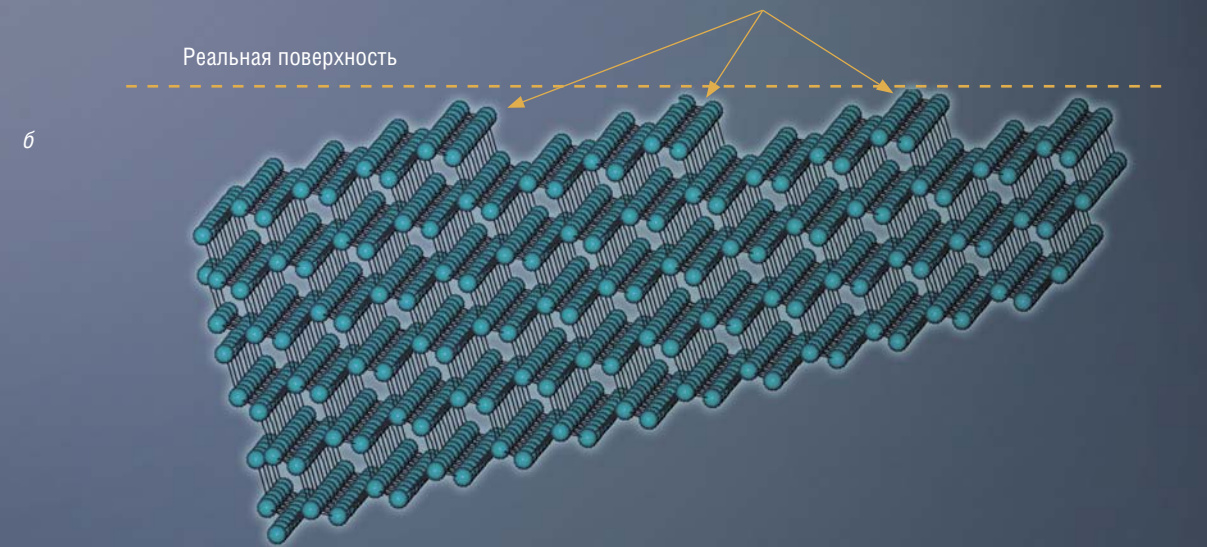
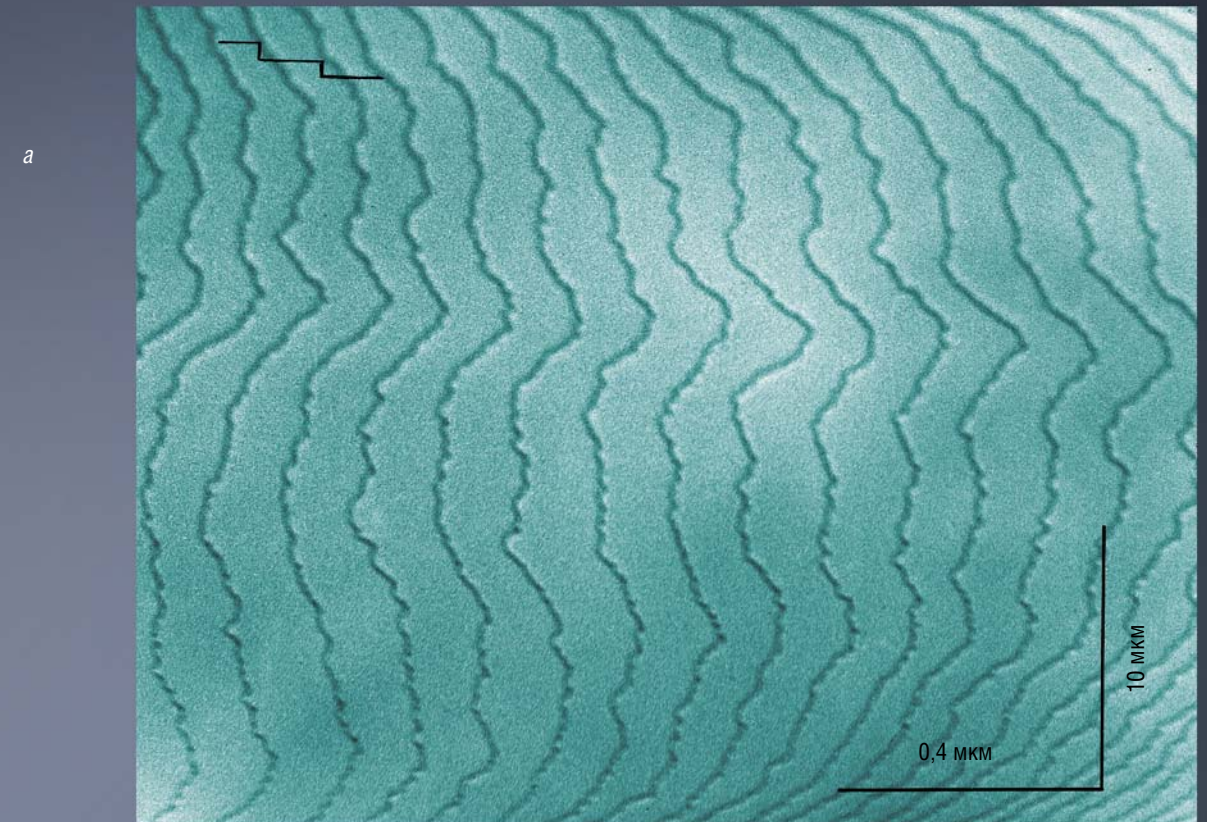
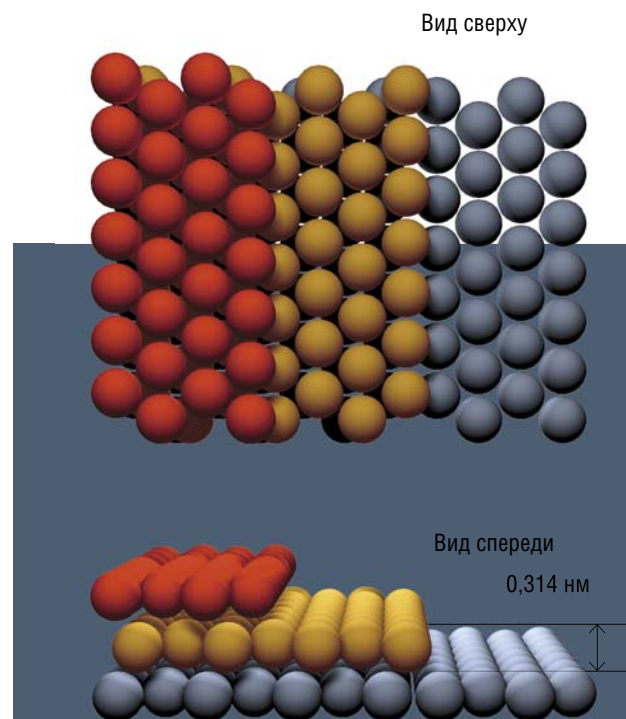
Таким образом, реальная атомно-чистая поверхность Si (111) напоминает лестницу в здании, где поверхность «ступени», на которую наступает нога, является атомно-гладкой террасой, а ее край – собственно атомной ступенью, куда встраиваются или откуда выходят атомы в процессе роста или сублимации кристалла.

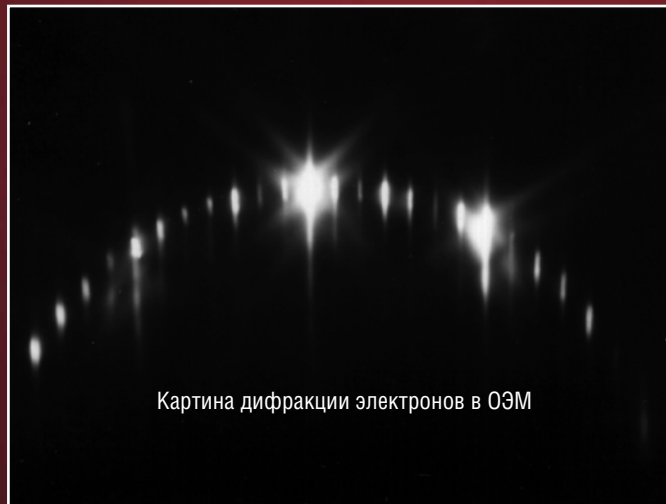
Сверхвакуум В «спичечном коробке»

Атомные ступени очень трудно увидеть в силу их малой высоты, сравнимой с размерами атома, поэтому долгое время они были объектом исключительно теоретических исследований. Впервые экспериментальное изображение атомной ступени, полученное с помощью ОЭМ в условиях сверхвысокого вакуума, было продемонстрировано в 1980 г. японским профессором К. Яги на Конгрессе по росту кристаллов (Москва).

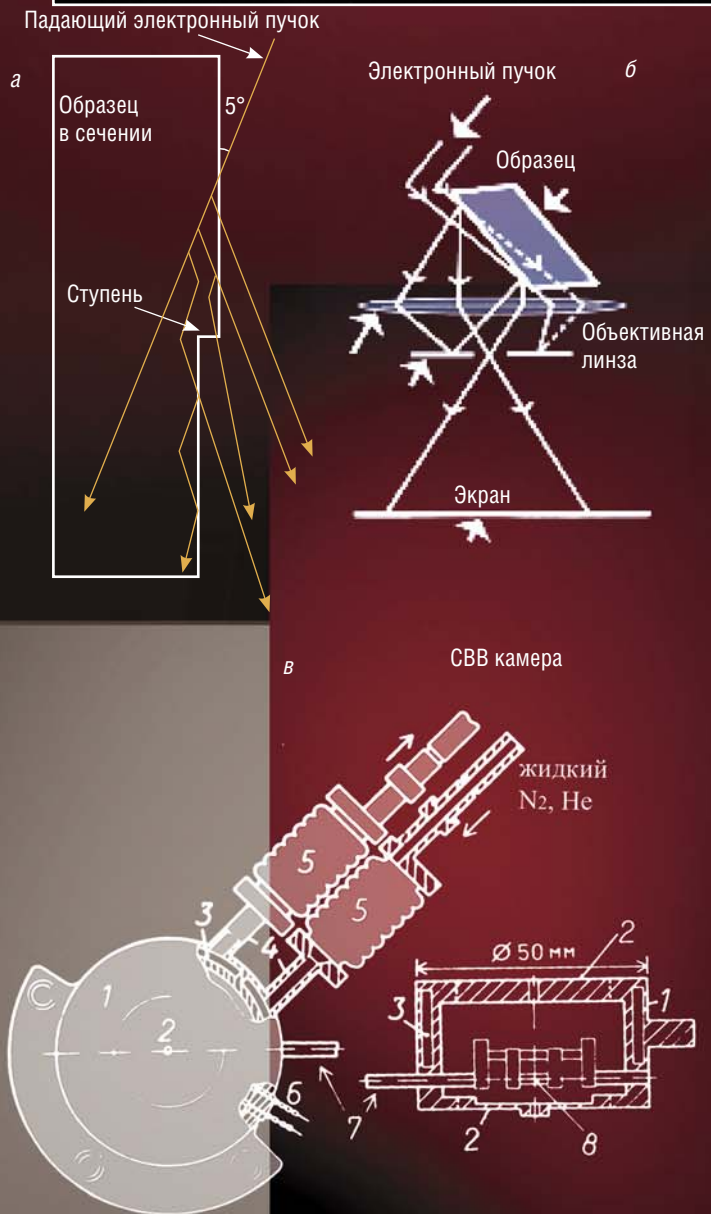
С этого момента метод ОЭМ начал активно развиваться в новосибирском Институте физики полупроводников СО РАН по инициативе руководителя лаборатории электронной микроскопии С. И. Стенина. К тому времени благодаря его усилиям в институте уже сложились предпосылки для прорыва в создании больших сверхвысоковакуумных установок, предопределивших бурное развитие в ИФП СО РАН технологии

Атомные ступени на поверхности кремния формируются за счет выхода плотно упакованных атомами плоскостей кристаллической решетки: а – изображения атомных ступеней высотой 0,314 нм на поверхности Si(111), полученные с помощью ОЭМ; б – атомная модель ступеней, полученная с помощью компьютерного моделирования; в – схематическое изображение различных видов встраивания атомов в ступень при их осаждении на поверхность





Картина дифракции электронов в ОЭМ



По распространенности в земной коре кремний занимает второе место после кислорода, однако в природе он встречается преимущественно в виде различных соединений на основе диоксида кремния, а также силикатов и алюмосиликатов. Монокристаллический кремний – основа всей микроэлектроники, получается искусственным путем в виде слитков. На сегодняшний день это самый чистый материал, когда-либо полученный человеком. Но создать и наблюдать атомно-чистую поверхность образца кремния можно только после его сублимации в сверхвысоком вакууме

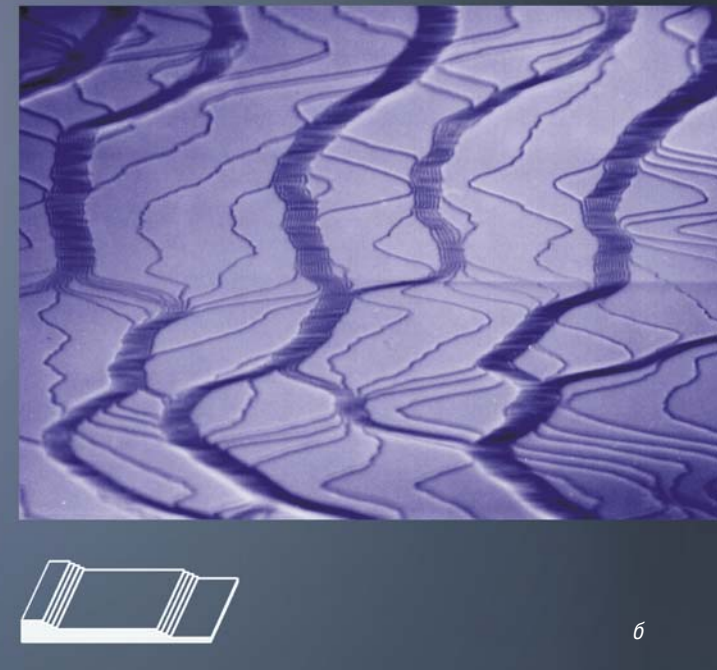
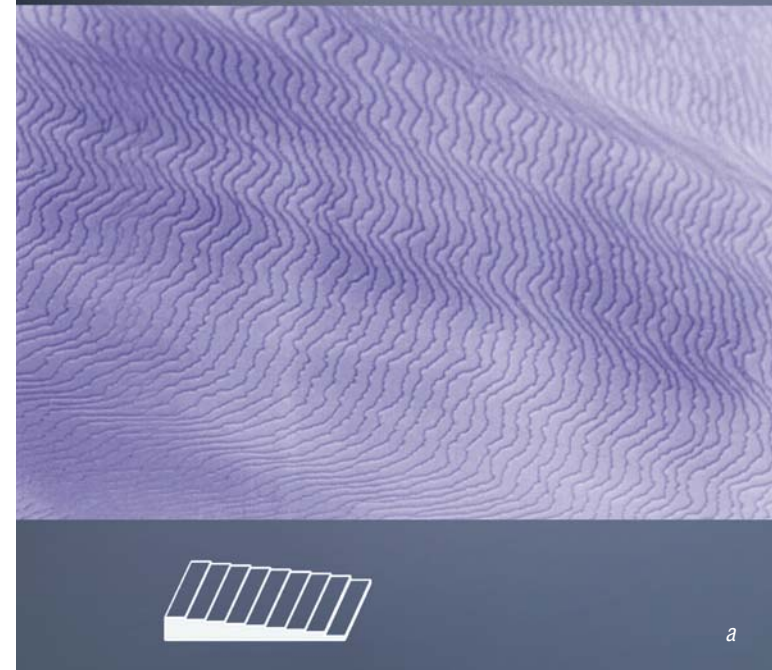
молекулярно-лучевой эпитаксии, позволяющей выращивать на подложке совершенные монокристаллические слои вещества. Возможности метода ОЭМ исключительно соответствовали задачам этой технологии, поскольку выращивание эпитаксиальных структур требовало детальных знаний об элементарных процессах встраивания и отрыва атомов из атомных ступеней, что составляло фундаментальную основу процесса эпитаксиального роста.

В основе ОЭМ лежит обычная просвечивающая электронная микроскопия, однако сам объект исследования при этом располагается под небольшим (~5°) углом относительно пучка электронов. Одним из первых, кто выдвинул эту идею еще в начале 30-х гг., был немецкий физик Э. Руска, впоследствии получивший Нобелевскую премию за «фундаментальные работы по электронной оптике и создание первого электронного микроскопа». Однако в полной мере реализовать идею ОЭМ в то время не удалось из-за невозможности достичь хорошего вакуума в колонне микроскопа. Тем не менее, развернув тонкий образец на угол в 90° относительно пучка электронов, который в этом случае мог просветить всю толщину образца, Руске удалось создать просвечивающий электронный микроскоп – основной инструмент материаловедения в наши дни.

Чтобы увидеть с помощью ОЭМ атомные ступени на поверхности кремния, да еще в процессе их движения (*in situ*), вокруг образца необходимо было создать сверхвысокий вакуум (СВВ). Еще одна задача, которую нужно было при этом решить, – очистить

Важнейшие аспекты метода *in situ* ОЭМ: схемы хода электронного пучка относительно поверхности образца (а) и в электронном микроскопе (б), а также принципиальная конструкция сверхвысоковакуумной ячейки, устанавливаемой в пространство между линзами просвечивающего электронного микроскопа (в).

Вверху – типичная картина дифракции электронов, отраженных от атомно-чистой поверхности кремния



образец от естественного оксида, неизбежно возникающего на поверхности кремния в результате взаимодействия с атмосферным кислородом. Эта проблема решается нагревом образца до температуры сублимации материала (около 1300 °С), например, пропусканием электрического тока.

Таким образом, для наблюдения атомных ступеней на поверхности кремния требовалась маленькая СВВ-ячейка с двумя отверстиями для входа и выхода электронного пучка. Внутри такой СВВ-камеры должен был помещаться образец, который можно было бы нагревать до температуры 1300 °С, а также источник для напыления вещества. Для получения сверхвысокого вакуума стенки такой камеры нужно было охлаждать жидким азотом, при этом должна была сохраняться возможность проведения механических юстировок электронных линз микроскопа.

Это была невероятно трудная задача – создать сложнейшее устройство размером со спичечный коробок, которое бы встраивалось в небольшое пространство внутри электронного микроскопа. Решить ее удалось совместными усилиями талантливых ученых и конструкторов: С. И. Стенина, А. Л. Асеева, А. В. Латышева, А. Б. Красильникова, Б. З. Кантера, А. А. Крошкова, Э. А. Барановой, О. А. Якушенко, Н. И. Козлова, И. Н. Сизикова и В. В. Решетникова. Мировых аналогов эта работа не имеет до сих пор.

Сегодня ИФП СО РАН – единственное место в мире, где для изучения атомных процессов на поверхности кристалла используется метод *in situ* СВВ ОЭМ. Метод позволяет успешно проводить эксперименты по изучению структуры и морфологии атомно-чистых поверх-

При прогреве постоянным током до температуры сублимации кремния система атомных ступеней на поверхности Si(111) (а) быстро трансформируется в кластеры – эшелоны ступеней, которые на ОЭМ-изображении появляются в виде широких темных полос (б). Это изменение морфологии поверхности обратимо путем смены направления постоянного электрического тока, пропускаемого через образец

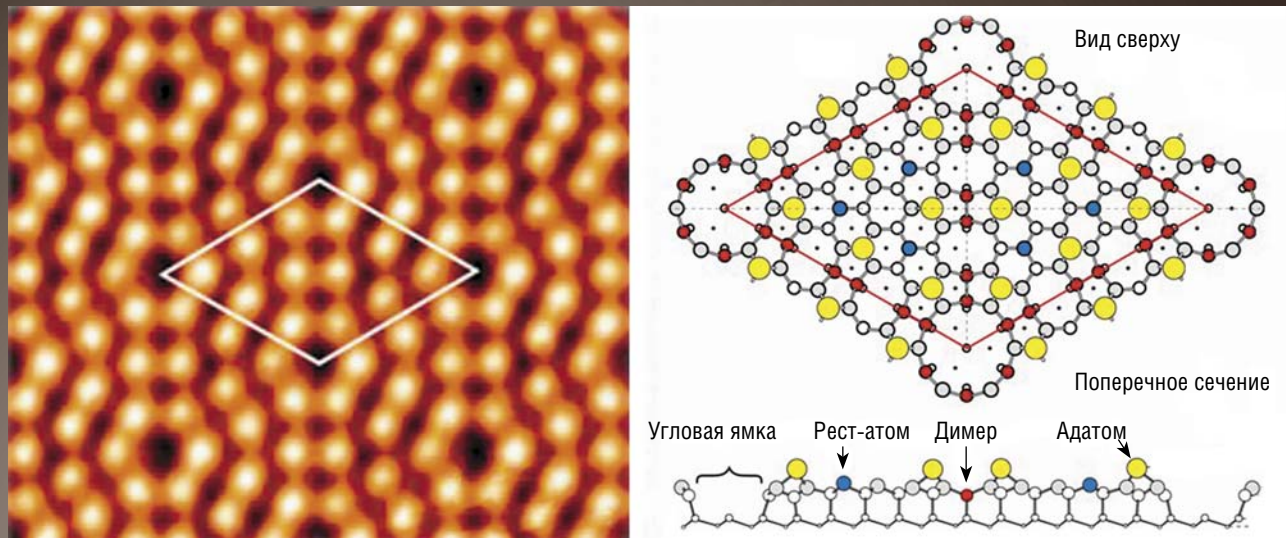
ностей кристаллов при сублимации, эпитаксии, окислении, каталитических реакциях и других воздействиях, которые можно проводить в СВВ ОЭМ-ячейке.

Можно добавить, что сейчас интерес к подобным исследованиям *in situ* в мире чрезвычайно растет, и ведущие производители электронных микроскопов активно занимаются разработкой различных встроенных ячеек для изучения процессов в работающих наноструктурах.

Чем больше эшелон, тем медленнее он движется

Одним из самых замечательных фундаментальных явлений, открытых в 1980-е гг. с помощью *in situ* СВВ ОЭМ, стал эффект эшелонирования атомных ступеней (Латышев, Асеев и др., 1988; Латышев, Красильников и др., 1988; Latyshev *et al.*, 1989; 1991; 1994). Это открытие не только предвосхитило теорию, но и оказалось очень полезным для осуществления точных измерений в наномасштабе (1–100 нм).

Суть эффекта в том, что система движущихся эквидистантно расположенных атомных ступеней на чистой



Изображение сверхструктуры (7×7) на поверхности Si (111), полученное с помощью сканирующего туннельного микроскопа (слева), и ее современная структурная компьютерная модель (справа). Ромб белых линий на STM-изображении очерчивает элементарную ячейку структуры (7×7). На этом изображении видны только самые верхние атомы, лежащие на поверхности (адатомы), отмеченные на модели желтым цветом. Строение этой сверхструктуры впервые расшифровал К. Такауагаи в 1985 г.

поверхности кремния при прогреве постоянным током до температур сублимации становится нестабильной. При определенных условиях она очень быстро трансформируется в кластеры ступеней, которые и назвали эшелонами по аналогии с железнодорожным составом. Чем больше атомных ступеней (вагонов) кластеризуется в эшелоне, тем медленнее он движется.

Поскольку каждая атомная ступень связана с определенным перепадом высоты на поверхности, то высота эшелона определяется числом сблизившихся ступеней. В результате рельеф поверхности кардинально меняется и становится очень развитым, даже грубым, тем самым «марсианским». По сути, эшелон атомных ступеней представляет собой естественные наноструктуры на поверхности кристалла, высота которых строго кратна высоте отдельной атомной ступени. Поэтому, как будет видно далее, их можно использовать для точных измерений в наномасштабе.

Эффект эшелонирования атомных ступеней оказался обратимым. Он зависит как от величины тока (температуры), так и от его направления, поэтому, меняя значения этих параметров, можно управляемо менять форму эшелонов (т.е. расстояние между ступенями) вплоть до их полного «развала» и восстановления исходного распределения ступеней.

Простой аналогией начальной стадии эшелонирования ступеней, движущихся сначала с постоянной скоростью, служит формирование автомобильных пробок вблизи светофора, который в нашем случае «включается» при смене температуры или направления тока. Однако микроскопическая природа таких «пробок» на поверхности до сих пор не ясна. Предполагается, что они связаны с изменениями процессов встраивания и выхода атомов из ступеней при переключениях тока, а также частичной ионизацией атомов, движущихся по поверхности и увлекаемых электрическим полем, приложенным к образцу (Latyshev *et al.*, 1996; Латышев, Асеев, 1998).

Самоорганизация нанорельефа

Значительно позже после открытия эффекта эшелонирования атомных ступеней стало ясно, что морфологическая нестабильность поверхности, т.е. возникновение нанорельефа, является общим проявлением процесса самоорганизации поверхности, поскольку наблюдается в самых разных условиях: при сублимации, эпитаксии, росте кристаллов и даже внутри твердого тела при твердофазной кристаллизации. Это

подсказывает, что морфологическая нестабильность возникает на поверхности и границах раздела не случайно и обусловлена понижением энергии системы при действии определенных факторов.

Другими словами, процесс формирования естественных нанобъектов на поверхности за счет ее самоорганизации является таким же неизбежным при определенных воздействиях, как и возникновение живой клетки (по сути – сложной бионаноструктуры) в ходе эволюции нашей планеты. И поскольку физические свойства объектов с размерами от 1 до 100 нм могут, как известно, фантастически отличаться от их макроаналогов, это явление может быть использовано для создания совершенно новых приборов и устройств, работающих на других физических принципах. В этом смысле эти процессы, когда наноструктуры возникают за счет естественного перераспределения и самоорганизации атомов, представляют большой практический интерес с точки зрения развития нанотехнологий по типу «снизу-вверх» по шкале размеров.

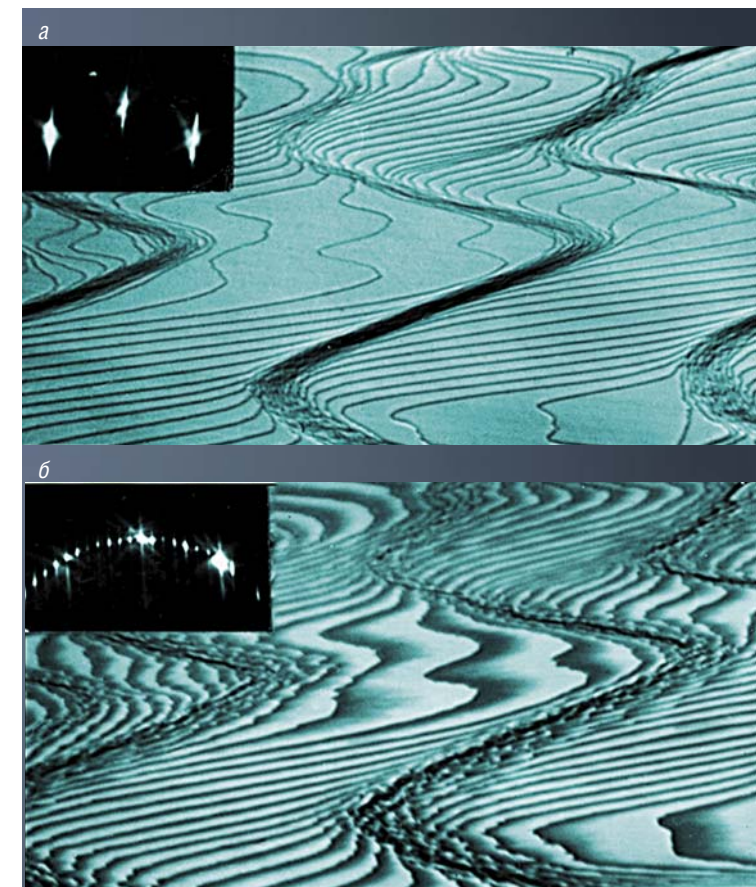
Механизм эшелонирования атомных ступеней настолько сложен, что до сих пор окончательно не объяснен, поскольку микроскопические параметры, описывающие встраивание и выход атомов из ступеней, трудны для определения даже методом *in situ* ОЭМ. К тому же теория предсказывает «неэквивалентность» процессов встраивания атомов в ступень с верхней и нижней террас.

Более того, атомы теоретически могут свободно «гулять» по ступени вообще без всякого встраивания; в этом случае ступень является прозрачной. Хотя в одиночные изломы атомной ступени (ступень, как и линия, может быть прямой или содержать атомные изломы) атомы встраиваются немедленно. И лишь при отсутствии излома, т.е. для строго прямолинейных участков ступеней, встраивание атомов затруднено. Все это было показано с помощью еще одного очень интересного метода *in situ* – сканирующей туннельной микроскопии (СТМ), позволяющей визуализировать атомную структуру поверхности при температурах не выше 600 °С.

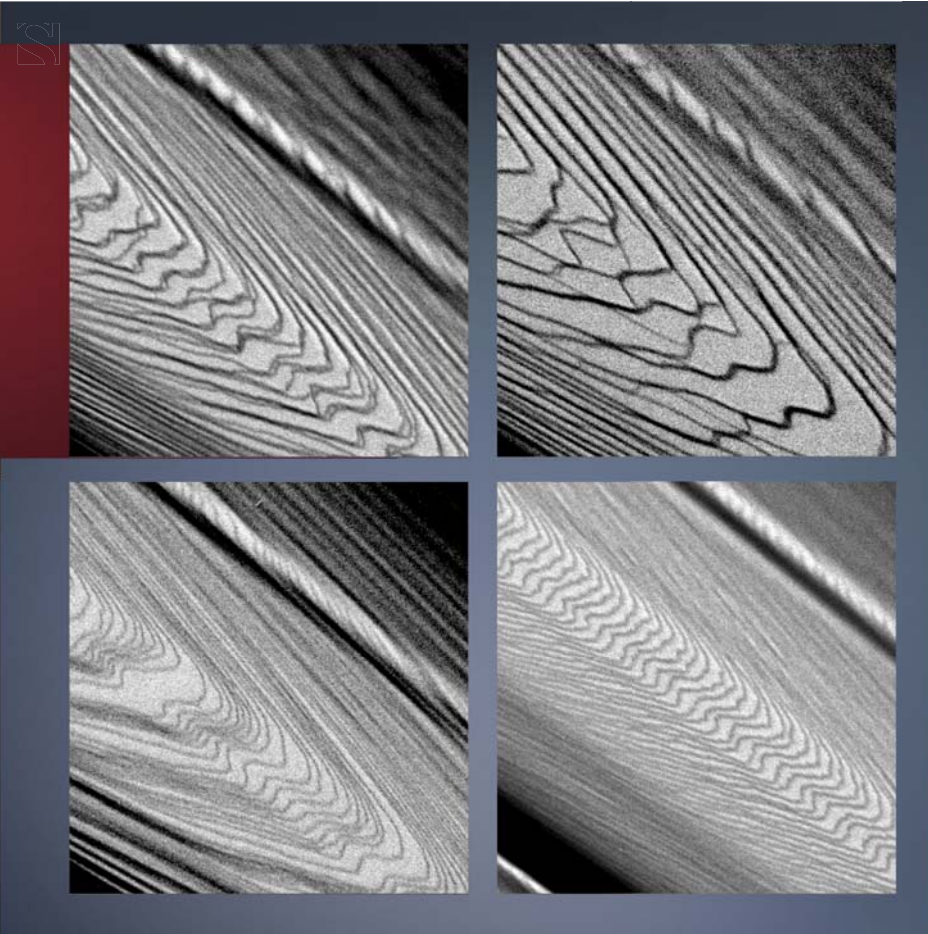
Общую картину встраивания атомов в ступень, и так достаточно сложную, усугубляет возникновение так называемой сверхструктуры на атомно-гладких террасах (т.е. между ступенями) при понижении температуры до 830 °С. Это явление связано с коллективной перестройкой поверхностных атомов, в том числе образованием новых связей, не характерных для «объемных» атомов. В результате размер элементарной ячейки в поверхностной сверхструктуре увеличивается в несколько раз по сравнению с тем, что наблюдается в объеме кристалла. Формирование сверхструктуры является типичным примером самоорганизации поверхности,

при которой происходит понижение ее энергии за счет минимизации числа оборванных атомных связей.

В результате всех этих процессов на поверхности Si (111) при высокой (> 830 °С) температуре возникает очень сложная структура с периодом трансляции, в семь раз большим относительно исходной поверхности. На ОЭМ-изображении формирование сверхструктуры (7×7) легко визуализируется по появлению сильных размытых теней вблизи атомных ступеней. При этом на дифракционном изображении, полученном при другом режиме работы электронных линз микроскопа, появляются мелкие рефлексы между основными сильными дифракционными рефлексами, разбивая расстояние между ними строго на семь интервалов.



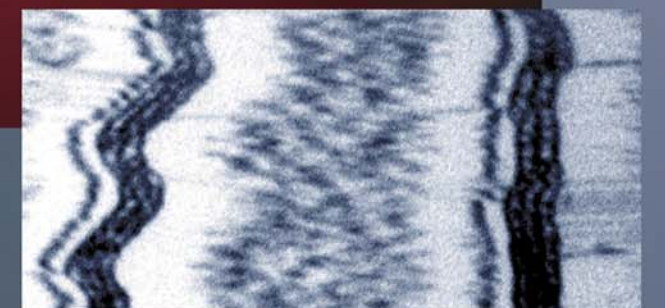
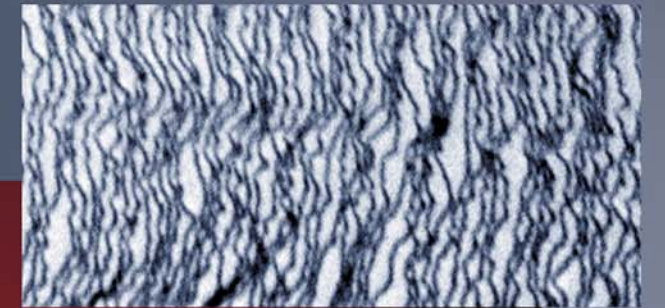
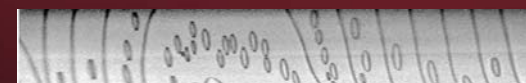
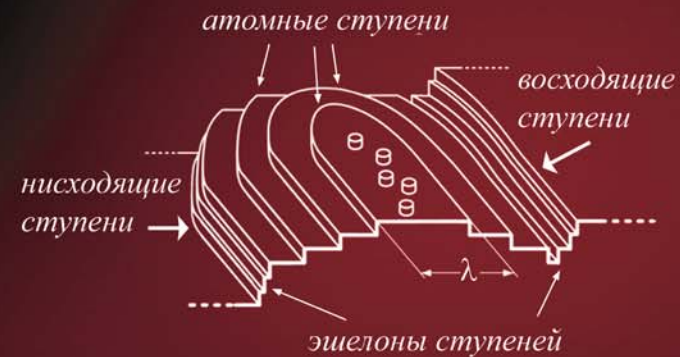
На этих ОЭМ изображениях показано исходное состояние эшелонированной поверхности Si (111) после высокотемпературного прогрева током (а) и после ее охлаждения до температуры ниже сверхструктурного перехода (б). На вставках – соответствующие дифракционные изображения от поверхности кристалла до и после перехода



Эта серия ОЭМ-изображений иллюстрирует трансформацию морфологии поверхности кремния (111) при адсорбции на ней атомов золота при нагреве постоянным током до 900 °С

Как измерить «нано»

Развитие нанотехнологий и производство нанопроductии требуют наличия надежного стандартизированного метода измерений размеров



Применение метода *in situ* ОЭМ с использованием эффекта эшелонирования оказалось очень информативным для изучения встраивания атомов в ступени в условиях существования сверхструктуры (Rogilo *et al.*, 2013).

Сначала из плотного массива ступеней формируются широкие атомно-гладкие террасы, разделенные эшелонами. При этом эшелон справа от атомно-гладкой террасы состоит из ступеней, восходящих вверх, а эшелон слева – из ступеней, уходящих вниз.

Последующее осаждение атомов кремния приводит к зарождению маленьких двумерных островков в центре гладких террас, которые на ОЭМ-изображении визуализируются в виде темных точек. Вблизи эшелонов формируются зоны «обеднения» разной ширины, в пределах которых островки не зарождаются. Это явление демонстрирует неэквивалентность встраивания атомов в восходящие ступени и нисходящие ступени. Тот факт, что зона обеднения вблизи нисходящих ступеней больше, свидетельствует о преимущественном встраивании атомов в эти ступени и хорошо согласуется с современными теоретическими представлениями эпитаксиального роста.

Дальнейший рост сопровождается формированием пирамидальной структуры, ограниченной зигзагообразными ступенями с длинными прямолинейными участ-

ками. Визуализируя процесс встраивания атомов в ступень на атомном уровне с помощью вышеупомянутой *in situ* СТМ, но при увеличении в несколько миллионов раз можно увидеть*, что образование прямолинейных ступеней связано с быстрым встраиванием атомов в одиночные изломы. При этом присоединение атомов к прямолинейной ступени оказывается чрезвычайно затрудненным.

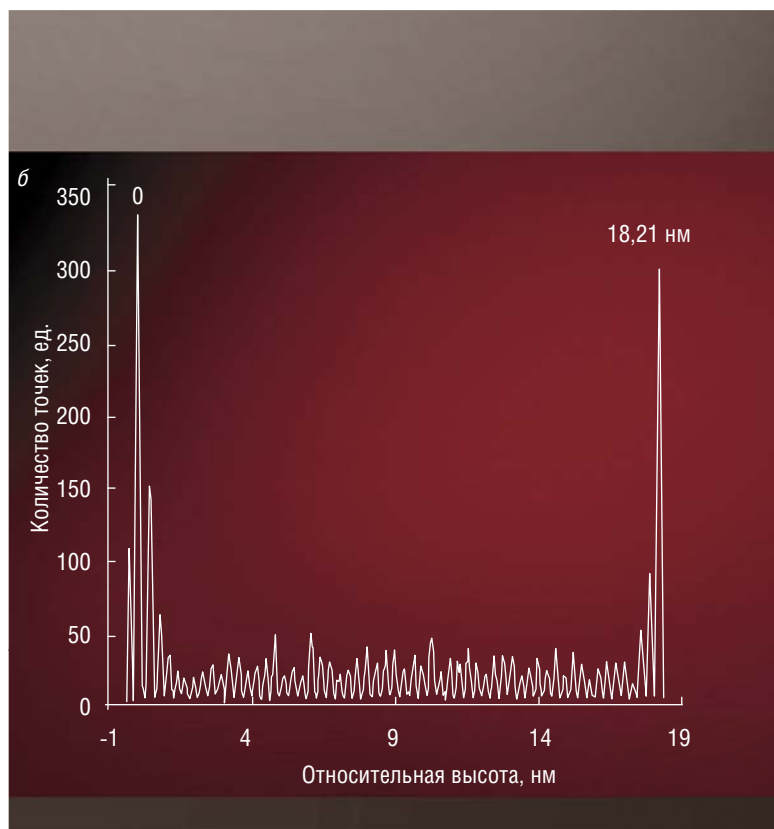
Анализируя процесс роста пирамидальной структуры в зависимости от условий формирования (ширины террасы, температуры, скорости осаждения), удалось определить величину энергетического барьера для встраивания в нисходящую ступень. Удалось также показать, что «прозрачность» ступеней – реальное явление, связанное с ограничением встраивания атомов в прямолинейные участки ступеней. Получение этой важной информации должно приблизить нас к пониманию механизма эшелонирования, а дальнейшее использование метода *in situ* ОЭМ, безусловно, принесет еще много новых фундаментальных результатов.

* Оригинальный видеоролик смотрите на <http://www.fz-juelich.de/pgi/pgi-3/EN/UeberUns/Organisation/Gruppe2/STM-Movies/artikel.html>

создаваемых структур (включая вертикальные) в диапазоне от 100 нм до размера атома (0,1 нм). Для этого нужны не только специальные приборы, как, например, атомно-силовой микроскоп (АСМ), но и калибровочные образцы для их настройки. Современная метрологическая система, использующая в качестве эталона длины метр, для такой шкалы размеров не работает.

Другие меры длины, разработанные на сегодняшний день на основе литографических методов (так называемые технологии «сверху-вниз», от макро-к наноразмерам путем «отрезания лишнего»), имеют минимальный размер 525 нм, что очень много. В то же время, как показано выше, идеальным кандидатом для создания метрологических мер в шкале наноразмеров является эшелон ступеней, возникающий в условиях самоорганизации атомно-чистой

С помощью *in situ* ОЭМ удалось проследить последовательные стадии формирования эшелонов ступеней (а, б) и осаждения атомов Si (в, г). При этом правый эшелон на фото состоит из ступеней, восходящих вверх, а левый – уходящих вниз. В атомно-силовом микроскопе удалось увидеть образовавшуюся пирамидальную структуру, ограниченную зигзагообразными ступенями (д) (схема роста этой структуры представлена сверху)



Команда молодых ученых, осваивающая метод *in situ* ОЭМ. На экране монитора – результат морфологической нестабильности атомно-чистой поверхности кремния

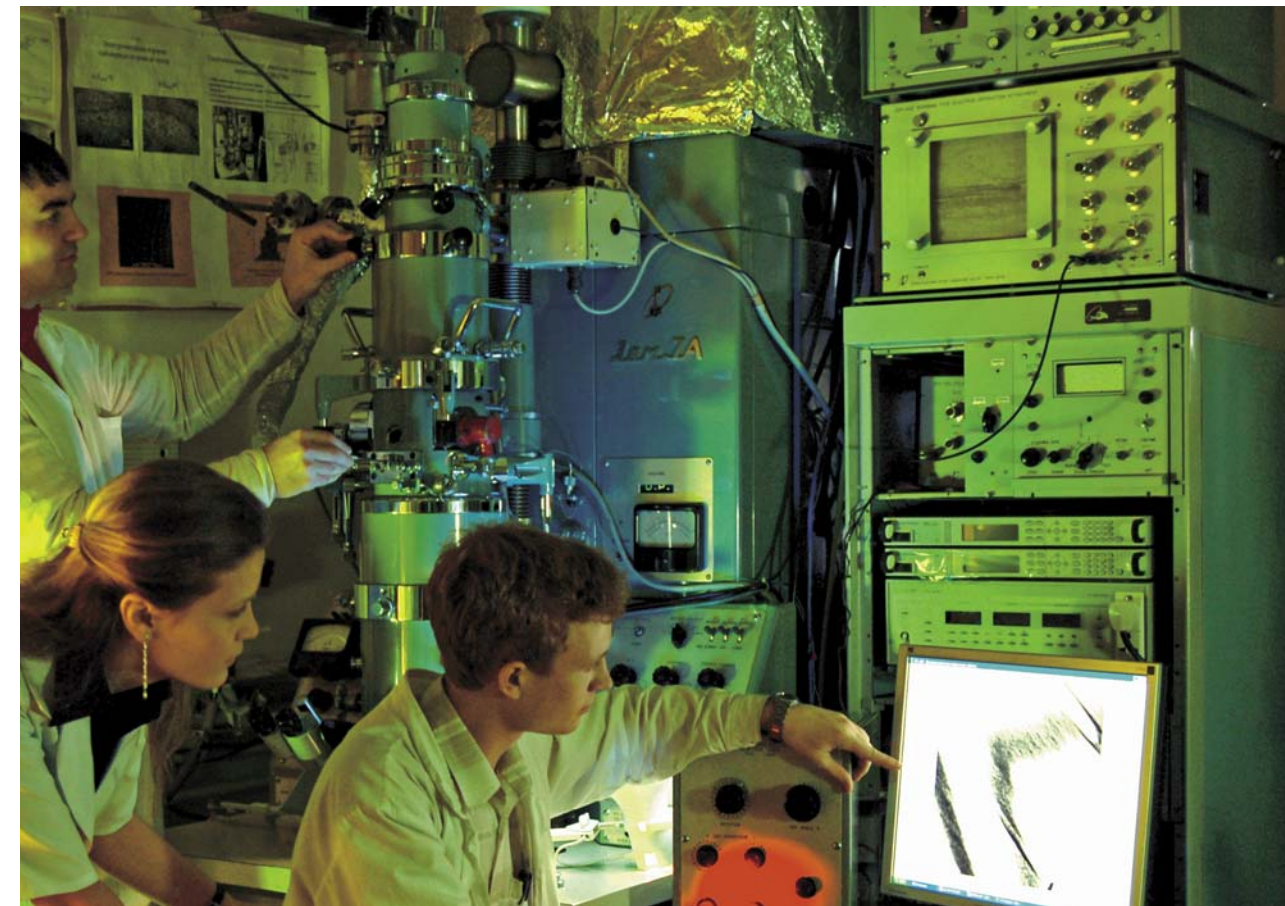
поверхности. Поскольку высота эшелона на поверхности Si (111) строго кратна высоте отдельной атомной ступени, то и высота эшелона может быть определена с очень высокой точностью.

Недавно высота атомной ступени на реальной поверхности Si (111), покрытой тонким слоем естественного оксида, была напрямую измерена с атомным разрешением в высокоразрешающем электронном микроскопе с точностью $\pm 0,001$ нм. Ее высота составила 0,314 нм, что соответствует расстоянию между кристаллографическими плоскостями Si (111) (Fedina *et al.*, 2010). С помощью рентгеновских измерений этот параметр был измерен с еще большей точностью, вплоть до восьмого знака после запятой! Поэтому атомная ступень, как и сам атом, могут рассматриваться как природные константы линейных размеров в масштабе «нано».

Существует лишь одна проблема, связанная с высокой плотностью атомных ступеней на поверхности при промышленной резке или скалывании кристалла, что не позволяет использовать такие поверхности для калибровки АСМ. Поэтому так важно явление эшелонирования атомных ступеней, с помощью которого можно направленно создавать участки с различной плотностью атомных ступеней. Создавая широкие атомно-гладкие участки с единичной атомной ступенью и эшелон со счетным количеством ступеней, можно легко получать образец для измерений в любом диапазоне высот.



Комплект мер высоты СТЕПП-ИФП-1 (а) и фазовое АСМ-изображение поверхности кремния (в), содержащей 58 ступеней, которое соответствует спектру высот от 0 до 18,21 нм (б)



Таким образом, на современном уровне развития метод отражательной электронной микроскопии *in situ* демонстрирует нам прямой переход от изучения фундаментальных явлений, происходящих на атомно-чистой поверхности вещества, к использованию полученных знаний на практике. Новые знания открывают возможности управления процессами роста и создания полупроводниковых материалов с необходимыми для современной микро- и нанoeлектроники свойствами.

Что касается непосредственного практического приложения результатов исследований на основе *in situ* ОЭМ, то в ИФП СО РАН уже созданы стандартные образцы, которые позволяют с большой точностью проводить измерения в наномасштабе, привязываясь к высоте отдельной атомной ступени. Комплект высокоточных мер вертикальных размеров «СТЕПП-ИФП-1» после проведения государственных испытаний приказом Росстандарта № 6290 от 31.10.2011 был внесен в Государственный реестр средств измерений.

Авторы благодарят сотрудников ИФП СО РАН (Новосибирск) к. ф.-м. н. С. С. Косолюбову, к. ф.-м. н. Д. И. Шеглова, д. ф.-м. н. А. Д. Шкляева и аспиранта Д. И. Роголо за помощь в подготовке публикации

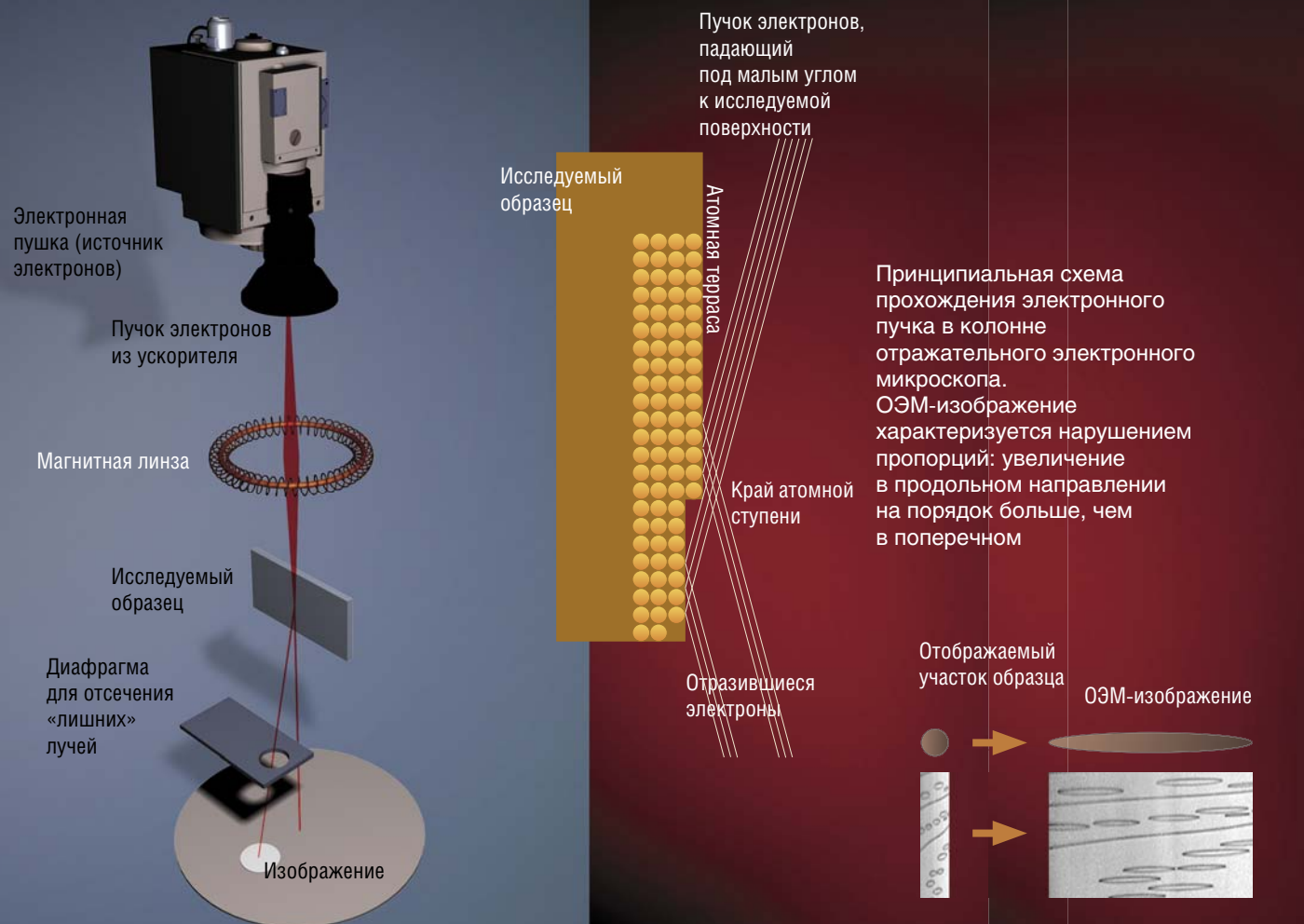
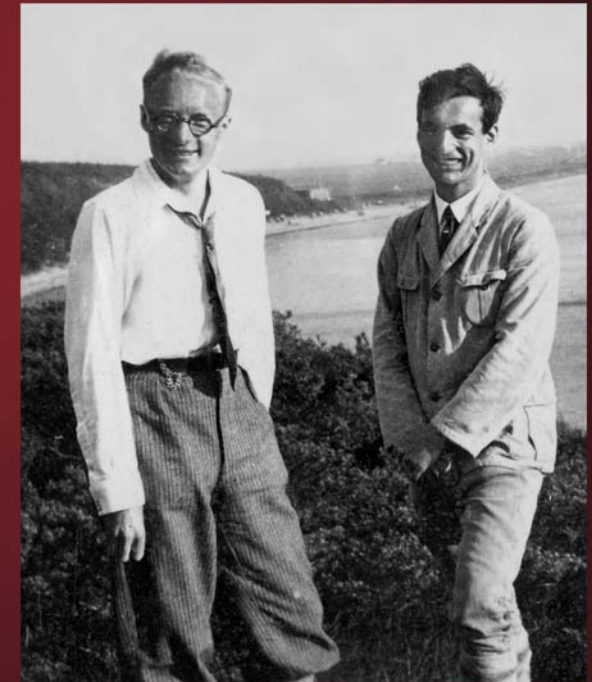
Литература
 Латышев А. В., Асеев А. Л., Красильников А. Б. и др. // Доклады АН СССР. 1988. Т. 300. № 1. С. 84.
 Латышев А. В., Красильников А. Б., Асеев А. Л., Стенин С. И. // Письма в ЖЭТФ. 1988. Т. 49. № 9. С. 448.,
 Латышев А. В., Асеев А. Л. // Успехи физических наук. 1998. Т. 168, № 10. С. 1117.
 Латышев А. В., Асеев А. Л. Моноатомные ступени на поверхности кремния. Издательство СО РАН, 2006. 242 с.
 Fedina L. I., Sheglov D. V., Kosolobov S. S. et al. // Meas. Sci. Technol. 2010. V. 21. P. 054004.
 Rogilo D. I., Fedina L. I., Kosolobov S. S., et al. // Phys. Rev. Lett. 2013. V. 111, P. 036105.
 Latyshev A. V., Aseev A. L., Krasilnikov A. B., and Stenin S. I. // Surf. Sci. 1989. V. 213. P. 157.
 Latyshev A. V., Krasilnikov A. B., Sokolov L. V., et al. // Surf. Sci. 1991. V. 254. P. 90.
 Latyshev A. V., Krasilnikov A. B., Aseev A. L. // Surf. Sci. 1994. V. 311. P. 395,
 Latyshev A. V., Minoda H., Tamishiro Y., and Yagi K. // Phys. Rev. Lett. 1996. V. 76. No. 1. P. 94.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта Российского научного фонда № 14-22-00143

Как начиналась ОЭМ

Успехи в развитии методов исследования структуры и морфологии поверхности твердых тел с помощью электронов, ускоренных электрическим полем, несомненно, связаны с именем выдающегося немецкого физика Эрнста Руски. В 1931 г., почти одновременно с Р. Руденбергом, подавшим патентную заявку на просвечивающий электронный микроскоп, Э. Руска и его научный руководитель М. Кнолль опубликовали статью, где предложили использовать электронные лучи вместо света для создания электронного микроскопа. А через 55 лет Руска

Сверхвысоковакуумный отражательный электронный микроскоп (справа), разработанный в ИФП СО РАН (Новосибирск) на базе просвечивающего электронного микроскопа JEM-7A



Одна из ранних фотографий молодого Э. Руски. 1932 г. Первая публикация. Credits: Ernst Ruska Archive, Berlin (Germany)

Два пионеры электронной микроскопии – Э. Руска (справа) и его друг Б. фон Борриес (слева) накануне ее открытия (8 декабря 1933 г. Руска добился увеличения в 12 тыс. раз). О. Рюген (Балтийское море), 1932 г. Credits: Ernst Ruska Archive, Berlin (Germany)

вместе Г. Биннигом и Г. Рорером – изобретателями сканирующего туннельного микроскопа, также чрезвычайно важного для изучения поверхности, получил Нобелевскую премию по физике.

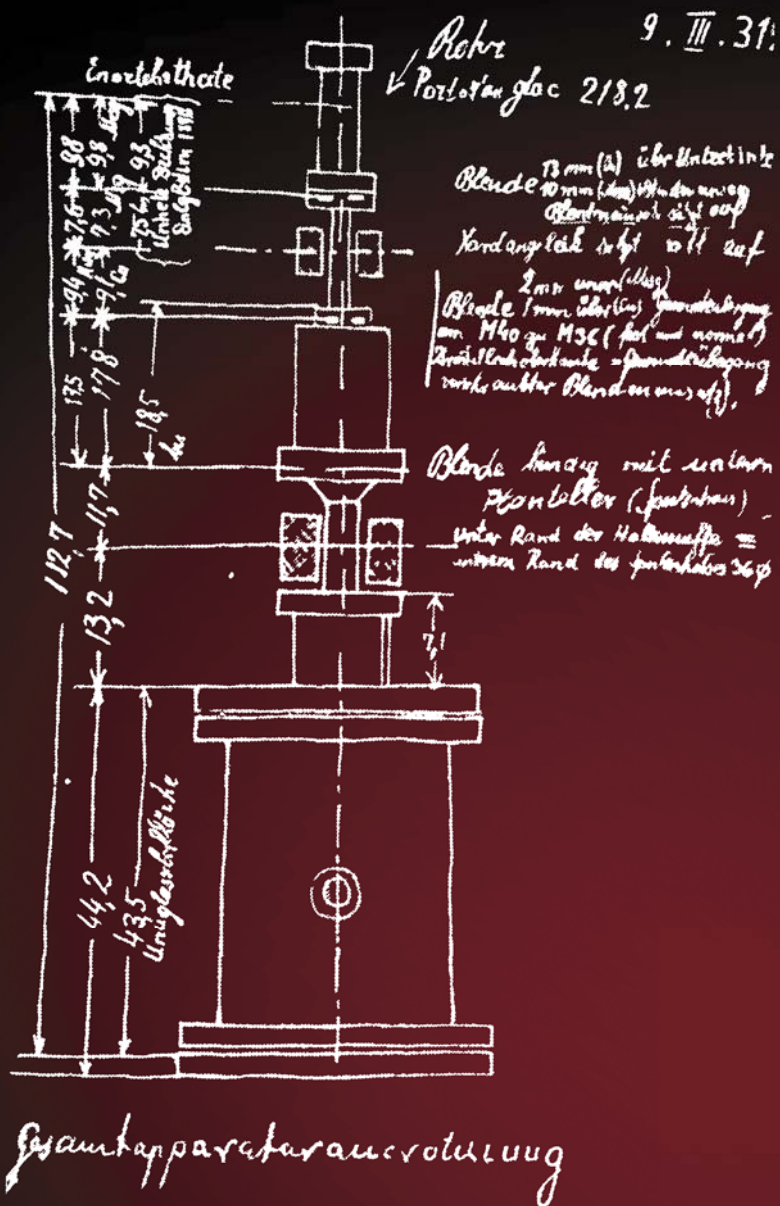
Научная деятельность молодого инженера Руски началась в 1929 г. в группе, руководимой Кноллем, и была связана с разработкой устройства фокусировки электронов на основе короткой электромагнитной катушки, базируясь на уже существовавшей тогда теории «магнитной электронной линзы». Примечательно, что целью этих исследований была разработка катодно-лучевой трубки осциллографа, предназначенного для измерений быстропротекающих электрических процессов в электронике. Однако во время работы обнаружилось, что с помощью этой катушки можно получать увеличенное изображение апертур анода с различным увеличением, зависящим от величины тока, протекающего в катушке. Так были получены первые электронно-микроскопические изображения.

Уже в марте 1931 г. был сконструирован первый просвечивающий электронный микроскоп (ПЭМ) с двухкаскадной системой электромагнитных линз, который обладал весьма скромным увеличением в 16 раз. Следует отметить, что создавая этот первый микроскоп, Руска и Кнолль еще не были знакомы с работами Л. де Бройля, который в 1925 г. выдвинул идею волновой

природы электрона. Простые оценки, проведенные Руской после знакомства с данной работой, показали, что пространственное разрешение электронного микроскопа должно быть, как минимум на 5 порядков выше, чем у светового оптического микроскопа, который в то время уже широко применялся для исследований в физике, биологии, медицине и других научных областях.

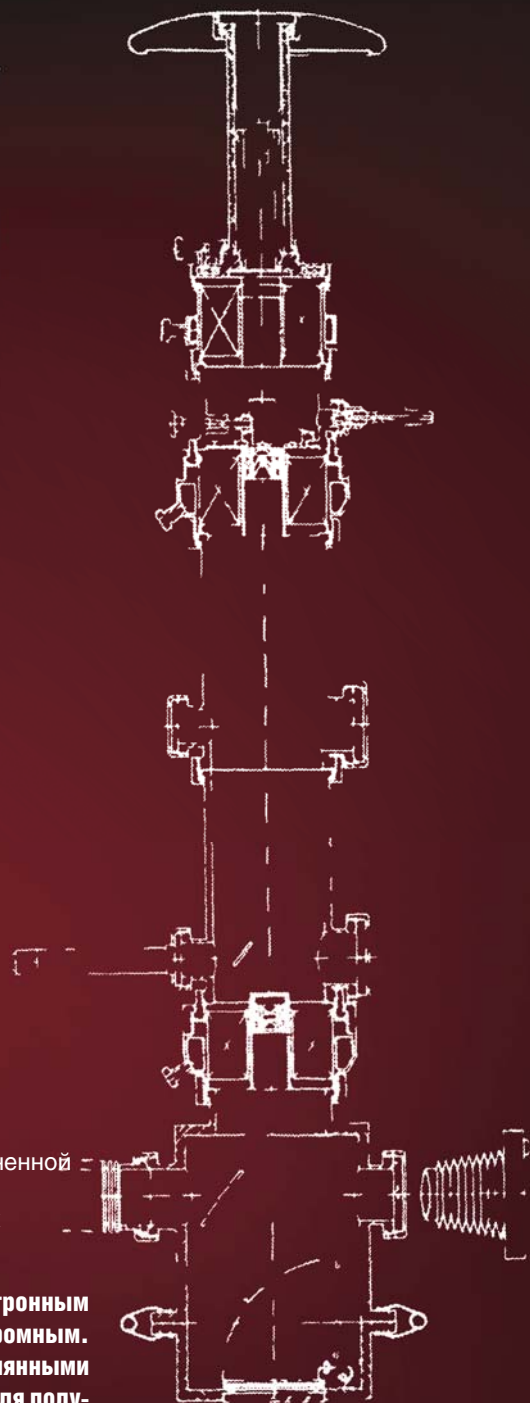
Почти одновременно с ПЭМ был разработан и метод отражательной электронной микроскопии (ОЭМ). Руска впервые, еще в 1933 г. показал, что электроны, отраженные от поверхности образца, могут быть использованы для формирования изображения поверхности.

Первоначально для получения изображения в электронном микроскопе использовались пучки диффузионно-рассеянных электронов, которые формировали теневой контраст от особенностей морфологии поверхности. Однако особого развития идея ОЭМ в то время не получила из-за плохого разрешения метода, не позволявшего детально рассмотреть элементы морфологии. Лишь много позже, после работ Дж. М. Каули (1976), где был проанализирован брэгговский контраст



Авторский эскиз Э. Руски электронно-лучевой трубки, предназначенной для изучения однокаскадного и двухкаскадного формирования электронно-оптического изображения с помощью двух магнитных электронных линз. 9 марта 1931 г.

Э. Руска (1988): «Эта установка сегодня считается первым электронным микроскопом, хотя ее общее увеличение 16 раз было весьма скромным. Таким образом впервые было доказано, что наряду со светом и стеклянными линзами можно использовать электронные лучи и магнитные поля для получения изображений освещенных объектов и при этом возможно применение нескольких каскадов увеличения. Но даже сетки из платины и молибдена превращались в пепел при интенсивности облучения, необходимой для увеличения в 16 раз. На следующем шаге я должен был показать, что есть возможность получить увеличение настолько большое, чтобы достичь разрешения более высокого, чем у светового микроскопа»



Авторский эскиз первого двухкаскадного электронного микроскопа (поперечное сечение колонны микроскопа было перерисовано в 1976 г.)

Э. Руска (1988): «С помощью этого прибора [первого ЭМ] который дал увеличение в 12 000 раз, мне удалось получить лишь несколько изображений, однако при этом я заметил важное обстоятельство, которое дало мне надежду на будущее: даже при очень тонких образцах удавалось получать хороший контраст изображения, определяемый уже не поглощением, а исключительно дифракцией электронов; при этом, как известно, объекты нагреваются гораздо слабее».

По: (Э.Руска, Нобелевская лекция, 1988 г. С. 249)
http://ufn.ru/ufn88/ufn88_2/Russian/r882c.pdf



отраженных электронов, интерес к ОЭМ существенно усилился, поскольку использование брэгговских пучков позволяло существенно увеличить разрешение прибора. Развитие технологий сверхвысокого вакуума еще больше способствовало успешному применению метода отражательной электронной микроскопии для анализа атомно-чистых поверхностей некоторых металлов.

Современный сверхвысоковакуумный отражательный электронный микроскоп (СВЭОЭМ) с оригинальной конструкцией дифференциальной криогенной откачки, разработанной в Институте физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН (Новосибирск), обеспечивает остаточное давление вокруг исследуемого образца порядка 10^{-8} Па, что позволяет проводить анализ структурных и морфологических трансформаций атомно-чистых поверхностей кристаллов.

Основное отличие метода ОЭМ от ПЭМ в том, что в этом случае пучок высокоэнергетичных электронов падает на исследуемый образец под малым углом, порядка брэгговского ($\sim 5^\circ$). В результате скользящего падения пучка электронов ОЭМ-изображение имеет различный масштаб увеличений вдоль и перпендикулярно направлению падения электронов. Эти масштабы могут отличаться друг от друга в несколько десятков раз в зависимости от дифракционных условий, формирующих изображение, в частности, от порядка выбранного дифракционного рефлекса. Это приводит к сильным линейным искажениям реальной формы наблюдаемых на поверхности объектов в плоскости ОЭМ-изображения. Однако для атомных ступеней, которые являются почти прямыми линиями, в случае их расположения вдоль направления хода электронного пучка, сокращение

М. Кнолль и Э. Руска со своим первым электронным микроскопом.

Берлин, 1944 г.

Credit: Ernst Ruska Archive, Berlin (Germany)

длины ступеней на ОЭМ-изображении не мешает их визуализации: ступени становятся слегка извилистыми, хотя в реальности их кривизна мала.

Электронно-микроскопический контраст в методе отражательной электронной микроскопии является суперпозицией дифракционного и фазового контрастов, обусловленных наличием полей деформации вблизи атомной ступени и сдвигом фаз электронных волн при их отражении от прилегающих к ступени террас, лежащих в соседних плоскостях.

В электронной микроскопии различают два режима получения изображения – светлопольный и темнопольный. В светлопольном изображении брэгговские пучки отсекаются диафрагмой, и интенсивность изображения элемента кристалла определяется яркостью пучка, прошедшего через образец. В темнопольном изображении, контраст определяется интенсивностью дифрагированного луча, прошедшего через диафрагму.

В методе ОЭМ используется темнопольный режим получения изображения, но идеальный случай, когда диафрагма отсекает только прошедший пучок, не реализован.

к. ф.-м. н. С. С. Косолобов
(Институт физики полупроводников
им. А. В. Ржанова СО РАН, Новосибирск)

СТЕПНАЯ МОДА

Вещи из гардероба древних кочевников

Настоящая статья продолжает серию публикаций уникальных результатов археологических раскопок погребений кочевников-хунну, проводимых российско-монгольской экспедицией в горах Ноин-ула на севере Монголии. В 2012 г. археологи исследовали курган № 22, в котором около 2 тыс. лет назад (в конце I в. до н.э. – начале I в. н.э.) был захоронен высокопоставленный хунну. Хотя глубина могильной ямы этого погребального сооружения достигала 16 м, он был ограблен уже в древности. Однако в нем сохранилось большое количество оригинальных предметов, в том числе уникальных текстильных изделий, ставших источником важной информации по истории и культуре древних цивилизаций Центральной Азии, Китая и Ближнего Востока

Настоящая статья продолжает серию публикаций уникальных результатов археологических раскопок погребений кочевников-хунну, проводимых российско-монгольской экспедицией в горах Ноин-ула на севере Монголии. В 2012 г. археологи исследовали курган № 22, в котором около 2 тыс. лет назад (в конце I в. до н.э. – начале I в. н.э.) был захоронен высокопоставленный хунну. Хотя глубина могильной ямы этого погребального сооружения достигала 16 м, он был ограблен уже в древности. Однако в нем сохранилось большое количество оригинальных предметов, в том числе уникальных текстильных изделий, ставших источником важной информации по истории и культуре древних цивилизаций Центральной Азии, Китая и Ближнего Востока



ПОЛОСЬМАК Наталья Викторовна – член-корреспондент РАН, доктор исторических наук, главный научный сотрудник Института археологии и этнографии СО РАН (Новосибирск). Лауреат Государственной премии РФ (2004), лауреат Национальной премии «Достоиние поколений» (2006). Автор и соавтор более 150 научных работ

Н. В. ПОЛОСЬМАК



«На одежде в чрезвычайной мере отражается духовный стиль времени»
Павел Флоренский

Это был очередной скомканный сверток ткани, почти неразличимый из-за пропитавшей и затянувшей ее мокрой серо-синей глины, которую хунну использовали для заполнения пространства между стенками могильной ямы и деревянной погребальной камеры. За долгие годы эта мелкодисперсная глина, специально добытая из озера, просочилась между бревен погребального сооружения в коридоры и внутрь склепа, покрыв толстым слоем пол и все, что на нем находилось. Текстильный сверток лежал рядом с западной стенкой гроба, очень хорошо сохранившегося, если не считать сорванной грабителями крышки.

Когда в лаборатории новосибирского Института археологии и этнографии СО РАН этим свертком занялась реставратор и художник Е. В. Шумакова, то первое, что она отметила – очень хорошую сохранность ткани. Да, она была старой и грязной, но не ветхой. И по мере ее очищения ткань все больше и больше начинала «светиться» хотя и немного поблекшим, но все еще ярким, густым темно-красным цветом...

Благородный красный

Как было установлено в ходе аналитического исследования сотрудниками Института органической химии СО РАН (Новосибирск) В.И. Маматюк, Е.В. Карповой и В.Г. Васильевым, при окрашивании ткани из кургана хунну использовались сразу несколько видов красителей растительного и животного происхождения – *ализарин*, *пурпурин* и *лаккаиновые кислоты*.

Ткани, окрашенные несколькими красителями для получения желаемого цвета, ценились очень дорого. Источником самого экзотического красителя – лаккаиновой кислоты, служили *лаковые червецы*, насекомые из отряда

◀ Вид с юга на погребальную камеру 22-го кургана могильника Ноин-Ула (слева). Камера из внутреннего и внешнего срубов установлена на дне 16-метровой могильной ямы, на полу из деревянных плах. Между стенками ямы и стенками камеры поверх синей глины уложены камни. Деревянный гроб во внутренней погребальной камере оказался вскрытым грабителями. Российско-монгольская экспедиция, 2012 г.

Слева вверху: изображение этого согдийского каравана на пути в Китай было обнаружено на стенке каменного саркофага (вторая половина VI в., Северное Чжоу). Такие караваны шли по дорогам Западного края и во времена, когда эта территория находилась под контролем хунну. Только заручившись поддержкой кочевников, купцы могли рассчитывать на то, что их товары не будут разграблены. Прорисовка Е. Шумаковой



Ключевые слова: хунну, Ноин-ула, древняя одежда, шерстяной текстиль, Шелковый путь, реставрация ткани.
Key words: Xiongnu, Noin-Ula Mountains, ancient cloth, woolen textile, Silk Road, restoration of fabric



На шелковом покрытии гроба из 22-го ноин-улинского кургана был выложен ромбический орнамент (13×13 см) из деревянных пластин толщиной 4—5 мм и шириной 2 см, на которые приклеены полоски золотой фольги (справа). В центре ромбов располагались четырехлепестковые розетки, также сделанные из дерева, покрытого золотой фольгой. Пластины орнамента соединялись золотыми гвоздиками, вставлявшимися в специально сделанные отверстия; эти же гвоздики вставлялись в центры розеток. Ножки гвоздиков, выходящие на обратную сторону, загибались. Готовая сетка орнамента была приклеена на шелк (на обратной стороне розеток сохранились следы шелкового покрытия)



ПОД САКРАЛЬНЫМ ЧЕТЫРЕХЛИСТНИКОМ

Гроб, обнаруженный в 22-м ноин-улинском кургане, был сделан по китайской традиции из сосновых досок, соединявшихся с помощью бабочковидных закрепов. Боковые стенки дополнительно прикреплялись ко дну с помощью железных гвоздей, по шесть с каждой стороны. Украшением поверхности гроба служила шелковая ткань, поверх которой крепилась ромбическая сетка из плоских деревянных планок, покрытых толстой золотой фольгой. Внутри каждого ромба находилась четырехлепестковая розетка, также сделанная из дерева и покрытая золотой фольгой. Этот декор собирался с помощью маленьких золотых гвоздиков. Грабители сорвали с гроба все украшения, и, собрав золото, бросили деревянные детали на пол погребальной камеры, где они и были обнаружены вместе с обломками когда-то стоявшей там лаковой посуды – столика и чашек.

Украшения в виде ромбической сетки с четырехлепестковыми розетками были найдены почти на всех известных на сегодня гробах хунну. Их делали из бронзы и железа, а иногда даже из бересты. Истоки этой орнаментальной традиции уходят далеко в прошлое Китая. Орнамент в виде четырехлистника, известный в литературе как «плодоножка хурмы», появился еще в эпоху Чжоу, наибольшего же распространения достиг в эпоху Хань, когда с сакральных предметов он перекочевал на предметы повседневного пользования. Этим орнаментом украшали посуду, зеркала, фрески, черепицу, одежду. И в то же время он использовался в качестве украшения гроба – последнего «жилища» хунну. Так, например, на крышке гроба из погребения № 1 в провинции Хэнань, относящегося к эпохе Западная Хань, лаком изображены «трава и листья, плодоножки хурмы (четырелистник)» (Каогу, 2001).

Анализируя суть этого популярного знака и проследив его эволюцию, китайский исследователь Лю Даогуан пришел к выводу, что его происхождение связано с формой

знака «хоу» (мишень). Стрельба по мишени являлась одним из важных ритуалов, проводимых Сыном неба (императором), в котором обычные люди не имели права участвовать. По мнению исследователя, этим и объясняется постепенная потеря первоначального значения и смысла орнамента и появление различных форм четырехлистника. Само упоминание «плодоножие хурмы» появилось только при династии Тан, когда никто уже не понимал смысла изображаемого знака (Даогуан, 2011). Смысл композиции, которой был украшен гроб из 22-го ноин-улинского кургана, состоит в том, чтобы сохранить тело покойного от воздействия враждебных потусторонних сил и способствовать его возрождению.

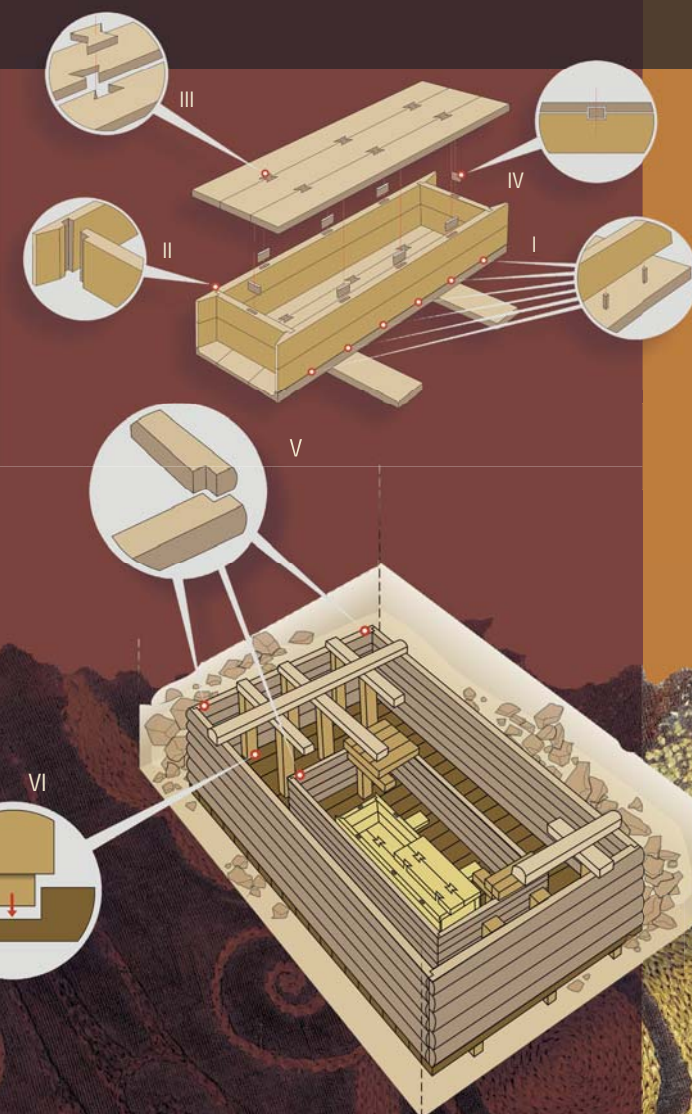
Шелковая ткань, покрывавшая гроб, скорее всего, представляла собой полотнище, сшитое из разных фрагментов. Шелк покрывал почти все известные на сегодняшний день гробы хунну – эта традиция использовать шелковые чехлы на гробах характерна уже для периода Западного Чжоу, при этом ткань часто расшивалась узорами. Внутри гроб был пуст. Казалось что, все, что осталось от богатого захоронения – тонкий тлен от подстилки да зерна проса, в котором затерялось несколько мелких золотых бляшек и фрагментов от золотых изделий. Но это было обманчивое впечатление. В нетронутых коридорах между внутренней и внешней погребальными камерами обнаружили вещи, необходимые погребенному в ином мире, – уникальные свидетели прожитой жизни и легендарной эпохи. В погребении за пределами внутренней камеры в восточном коридоре было также найдено несколько разрозненных костей погребенного, генетический анализ которых и позволил определить, что в 22-м кургане был похоронен мужчина (Пилипенко и др., 2013).



Хорошая сохранность гроба и погребальной камеры из 22-го ноин-улинского кургана позволила в деталях изучить их конструкцию.

Доски гроба скреплялись внутренними шпильками, вставлявшимися в гнезда (I). Его короткие стенки входили четырехугольным зубцом в соответствующие им пазы длинных досок (II). Доски крышки гроба скреплялись между собой при помощи X-образных пазов на стыке досок (III); крышка имела четырехугольные зубцы для крепления в специальных пазах во всех четырех стенках гроба (IV).

Стенки внутреннего и внешнего срубов погребальной камеры соединялись, по определению В. Мыльникова, так называемым жестким пазово-шиповым угловым сопряжением (V). А стойки внутри срубов зубцами крепились в соответствующих отверстиях в деревянном полу (VI).
Худ. В. Ковторов





Пальмира – это типичный караванный город древности в сердце сирийской пустыни, выросший из маленькой деревушки в оазисе рядом с серным источником. Во время правления римского императора Августа (31 г. до н. э.—14 г. н. э.) Пальмира сохраняла нейтралитет по отношению к двум огромным враждующим государствам, Парфии и Риму, что послужило основой ее расцвета как большого караванного города. Основные торговые пути через Пальмиру в начале I в. н. э. вели на восток, в Индию. В пальмирском некрополе – каменных башнях-мавзолеях знатных пальмирцев, были обнаружены ткани, преимущественно в виде длинных нарезанных полос, которые использовали для пеленания мумифицированных тел. Среди них есть как части однотонных римских туник и мантий, так и наиболее живописные фрагменты парфянской узорчатой одежды

хоботных, обитающие на различных видах деревьев в большинстве районов Индии и Цейлона, а также в Бутане, Непале, Бирме, Лаосе, Камбодже, Вьетнаме, Таиланде и на юге Китая (Юньнань). В средиземноморском регионе этот лак был известен еще с античности: вместе с хлопчатобумажной тканью он поступал с северо-западного побережья Индии в Египет, а уже оттуда – в Восточное Средиземноморье. Шерстяные ткани, окрашенные лаккаиновой кислотой, были обнаружены в погребениях Пальмиры, одного из богатейших городов поздней античности, среди изделий, принадлежащих самым состоятельным слоям общества (Bohmer & Karadag, 2000).

В ханьском Китае для окраски шелковых тканей во все оттенки красного цвета использовались красители, получаемые из культивируемых видов растений (марены красильной и сафлора красильного); также был очень популярен минеральный краситель – киноварь, сульфид ртути (Лубо-Лесниченко, 1961). В китайских письменных источниках периодов Чжоу-Хань (1027 г. до н. э. – 220 г. н. э.), где содержатся обширные сведения об окраске тканей в древнем Китае, червецы не упоминаются. Не были обнаружены следы красящего вещества, полученного с помощью червецов, и в ходе специальных исследований шелковых ханьских тканей (Кононов, 1946; Bohmer & Karadag, 2000). В Китае лак начали использовать для окрашивания тканей гораздо позднее (соответствующие достоверные письменные свидетельства относятся к началу IV в. н. э.).

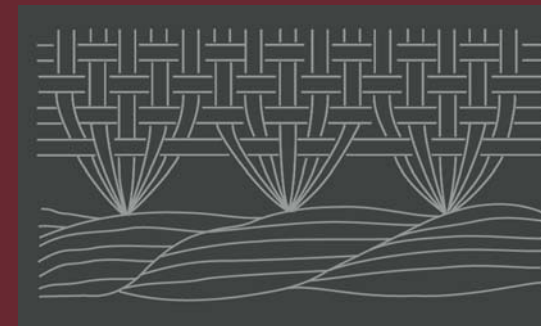
Проведенные в НИОХ СО РАН аналитические исследования коллекции текстиля из ноин-улинских курганов Монголии, полученной в ходе раскопок в 2006–2013 гг., а также хранящихся в Эрмитаже образцов тканей из раскопок экспедиции П. К. Козлова, показали, что большая часть наиболее качественных шерстяных тканей была окрашена с использованием именно лаккаиновой кислоты. Это служит дополнительным подтверждением того, что шерстяные ткани из ноин-улинских курганов хунну были изготовлены и окрашены далеко от Китая и центрально-азиатских степей. То есть в регионах, расположенных от северо-западной Индии, где было получено исходное красильное сырье, до Восточного Средиземноморья, где могла быть соткана сама ткань.

Для изготовления ткани использовалась высококачественная овечья шерсть с толщиной волокон около 21 мкм. Ткань до сих пор сохранила изначально присутствующие качества: легкость, эластичность, мягкость, тонкость и плотность. Нити основы – двойные, светло-коричневого цвета

Текстиль является для археологии уникальной находкой. И не только в силу своей редкости, но и потому, что в древности текстиль и сам процесс ткачества наделялись гораздо большим содержанием и значением, чем мы можем предполагать. В архаическом мышлении нередко весь мир представлялся полотном, в котором все людские жизни закреплены в заранее предопределенном узоре



TM-1000_1237 2013/04/16 11:37 L 100 um



Типичное окончание шерстяной ткани из Пальмиры – завершающий кордшнур, образовано подворачиванием оставшихся нитей основы в окончании текстильного полотна в виде рубчатого жгута слева направо (схема вверху). Каждый виток жгута образован несколькими нитями основы, причем на каждом новом витке к ним добавляются новые нити. Так как полотно имеет большую плотность по утку, нити основы в структуре полотна не видны, однако в окончании полотна они образуют жгутик более светлого цвета. Это создает ложное впечатление, что рубчик не связан с самим полотном. Жгутик на ткани изготавливался после снятия полотна со станка, когда остатки основных нитей были уже освобождены и ровно подрезаны. Сам жгутик безупречно ровный, несмотря на то что на разных участках полотна он мог формироваться из разного числа нитей. Такого результата можно достичь, если использовать недлинные нити (исследование специалиста по текстильным технологиям древности и средневековья д. и. н. Т. Н. Глушковой)

С помощью сканирующей электронной микроскопии фрагмента ноговиц удалось изучить волокна, из которых была выткана ткань. Оказалось, что это довольно тонкая беспримесная шерсть с толщиной волокон около 21 мкм. Фото Е. Карповой (НИОХ СО РАН, Новосибирск)

(натурального цвета исходного материала); нити утка – одинарные, красного цвета. Цветовые различия свидетельствуют, что окрашивалась не готовая ткань, а пряжа. Технологические особенности ткани заключаются в том, что число основных нитей меньше, чем уточных, так что основу практически невозможно рассмотреть. Этот способ тканья известен по хорошо изученным пальмирским материалам как *точно-настилочное полотняное переплетение*, с помощью которого можно изготовить особо прочные ткани (Stauffer, 2000).

Подобные ткани имели ряд технологических особенностей, образующихся в процессе ткачества. Так, начало и окончание полотна было оригинально зафиксировано: у верхнего и нижнего края полотна обрезанные нити основы вплетались (проводились) через так называемый *кордшнур* (Stauffer, 2000). Такие характерные особенности, известные нам по пальмирским тканям, были обнаружены и на фрагментах шерстяной ткани из 22 ноин-улинского кургана. На основе всех этих данных ее происхождение из средиземноморских ткацких мастерских уже не вызывает сомнений.

На своей «родине» куски этих тканей сами по себе являлись предметами одежды – туниками, покрывалами и мантиями. Сохранились они лишь благодаря тому, что в разрезанном виде использовались при мумификации знатных умерших в Пальмире и Дура-Европосе и вместе с ними помещены в гробницы, где и были обнаружены.

ГОБЕЛЕНОВАЯ «ЖИВОПИСЬ»

Наиболее интересная текстильная находка из 22-го ноин-улинского кургана – ткань с узором, выполненном в гобеленовой технике. Сохранилось два образца этого вида изделий: кромка длиной 80,7 см с прилегающей к ней неровно обрезанной частью текстильного полотна, а также очень ветхий фрагмент ткани, свернутый в трубку, прошитую несколькими большими небрежными стежками.

Первый образец представляет собой полотно, на котором техникой гобелена выткано пять полос чередующегося узора. На центральной полосе – изображения двух вьющихся стеблей плюща с пестрыми листьями, по обе стороны от нее – полосы с изображением узора «бегущей волны». Ближе к кромкам ткани расположено еще по одной орнаментальной полосе, на которых сохранились фрагменты изображений цветов или плодов.

Второй фрагмент оказался идентичен еще одной ноин-улинской находке, из Кондратьевского кургана (Руденко, 1962). На этом куске ткани также чередуются полосы орнамента в виде бегущей волны и полосы с изображением цветов (скорее всего, маков).

Оба найденных фрагмента великолепны по качеству и мастерству исполнения. Аналоги такой ткани есть среди находок в Пальмире, там же известны и многочисленные изображения одежды (так называемый пальмирский костюм), украшенной подобными полосами растительного узора. На востоке похожая ткань была обнаружена на северном отрезке Шелкового пути, в древнем оазисе Лоулань (на территории современного Синьцзяна).

Но при всем стилистическом сходстве орнаментации эти ткани нельзя назвать идентичными. Ткани из курганов Ноин-улы отличаются удивительной тонкостью исполнения узоров и мягкостью цветовых переходов, напоминающей живопись. По этим качествам найденные в ноин-улинских курганах ткани более всего близки к тканям из скифских гробниц Причерноморья, которые нам сегодня известны лишь по фотографиям и описаниям

На этих фрагментах шерстяного гобелена из 22-го ноин-улинского кургана отчетливо видны орнаменты, представляющие собой чередование узора двух вьющихся стеблей плюща с изображением «бегущей волны» (вверху). Внизу – увеличенный фрагмент этого гобелена. Реставратор М. Мороз (ИАЭТ СО РАН, Новосибирск)



Шелком по шерсти

...То, что это были не просто разрозненные куски ткани, а настоящий предмет одежды – ноговицы*, стало понятно не сразу. Нитки швов, соединяющих тканевые куски и кусочки, истлели, и все изделие распалось на два больших и пять маленьких фрагментов. Как оказалось, одна из отдельных «штанин» была сшита из трех кусков, вторая – из четырех. Специалист по археологическому текстилю, д. и. н. Т. Н. Глушкова (Сургутский государственный педагогический университет) установила, что максимально возможная длина полотна ткани, из которой

Этот кусок гобеленовой ткани из 22-го ноин-улинского кургана, свернутый несколько раз и прошитый толстой ниткой, находился в очень плохом состоянии (вверху). Но после кропотливой работы реставратора Е. В. Карпеевой (ИАЭТ СО РАН, Новосибирск) на ткани «расцвел» изящный орнамент в виде цветов мака (справа)

* Ноговицы – «несшитые» штаны, представляющие собой две длинные «штанины», надевающиеся по отдельности и закрепляющиеся на ремне, повязанном поверх верхней одежды



были выкроены ноговицы, составляла не менее 180 см, ширина – не менее 91 см; фрагменты полотен ноговиц были сшиты по долевой (основной) нити, что свидетельствует о хорошем знании мастерами характеристик текстильного полотна.

На каждой ноговице в верхней, наиболее высокой части находятся разрезы, через которые она крепилась (привязывалась) к поясу. Ткань в этих местах деформирована (вытянута по основе), что является следами носки; возможно, здесь находилась несохранившаяся драгоценная отделка. Ноговицы заканчивались пришитыми к ним и покрытыми расшитой шерстяной тканью войлочными сапожками, составлявшими со «штаниной» одно целое.

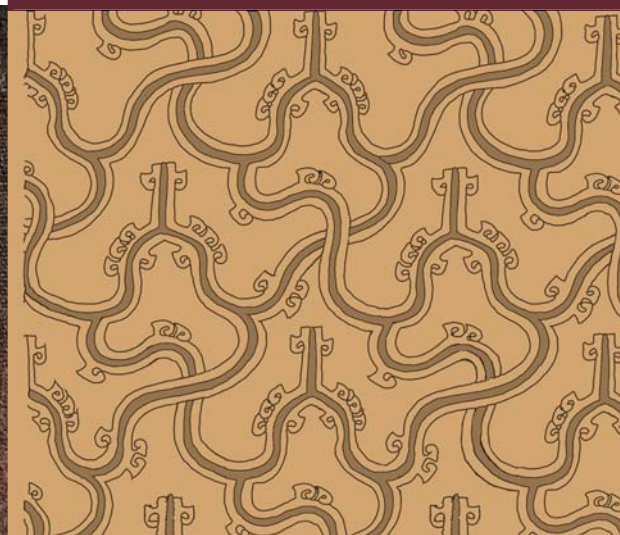
Такими предстали перед археологами ноговицы на дне погребальной камеры

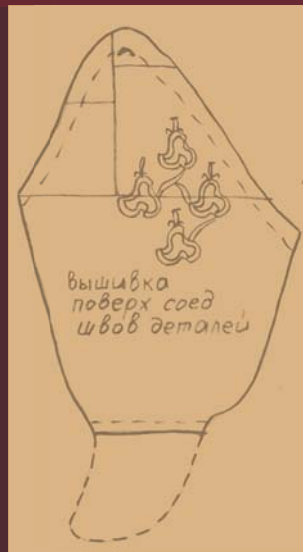
Фрагменты орнамента, вышитого шелком на шерстяной ткани ноговиц из 22-го ноин-улинского кургана

Прорисовка орнамента, вероятно, представлявшего собой стилизованный горный пейзаж.
Выполнена Е. Шумаковой



Шерстяные ноговицы из погребения 22-го кургана после реставрации в развернутом и «собранном» виде.
Реставратор Е. Шумакова





74

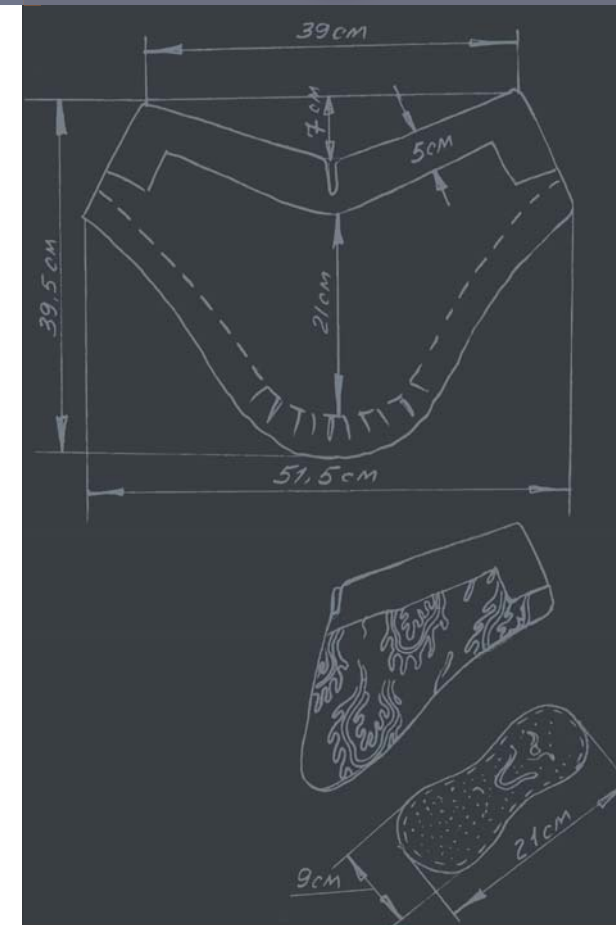
Ноговицы вместе с пришитыми к ним сапожками были обнаружены в погребении в виде разрозненных фрагментов. Но после работы реставраторов мы можем представить, как выглядело изделие в своем первоначальном виде.

На стр. 75 – ноговица и мягкий сапожок в развернутом виде. Схема кроя мягкого сапожка
Прорисовки Е. Шумаковой

Вышивка на шерстяной ткани ноговиц и сапожка выполнена одной из разновидностей тамбурного шва (в современной литературе известного как перистый шов), характерного для ханьской вышивки по шелку.
Прорисовка и схема Е. Шумаковой



Вышитый фрагмент шерстяной ткани, покрывавшей войлочный сапожок.
Прорисовка Е. Шумаковой



Реставраторам не составило большого труда правильно собрать все изделия. При этом выяснилась интересная деталь: вышивка шелком была сделана после того, как все выкроенные куски ткани были пришиты друг к другу. То есть вышивалась не сама ткань, а уже готовые изделия.

Хотя сами нитки, использованные для вышивания, почти полностью исчезли (истлели), на ткани остался ясный след всего вышитого узора. Небольшие фрагменты сохранившейся вышивки позволяют полностью восстановить весь орнамент. Аналогичный орнамент, выполненный нитями трех цветов — песочного и двумя оттенками коричневого, имеется на неокрашенной шелковой ткани, являющейся нижней частью покрытия обуви, обнаруженной в 24-м ноин-улинском кургане экспедицией П. К. Козлова. Сам орнамент, по мнению исследователей, представляет собой абстрактный и стилизованный горный пейзаж (Лубо-Лесниченко, 1961).

О чем могут рассказать фрагменты этого древнего текстильного изделия?

На одном куске ткани в прямом смысле осуществилось слияние двух культур для нужд третьей. В сирийской мастерской с ее давними традициями текстильного производства была выткана и окрашена с помощью индийского красителя превосходного качества шерстяная ткань. Затем вместе с другими такими же дорогими тканями она отправилась с торговыми караванами

Развертка верха сапожка, пришитого к ноговице, представляет собой кусок плотной, эластичной и тонкой шерстяной ткани полотняного переплетения, посаженной на войлок с помощью стежки шерстяными нитями. Ткань вышита шелковыми нитями одной из разновидностей тамбурного шва. Подметка сапожка имеет максимальную длину 19,5 см, ширину — 9 см. Основа подметки, обтянутой шерстяной тканью, сделана из бересты и войлока.
Реставратор О. Швец. Прорисовка Е. Шумаковой (ИАЭТ СО РАН, Новосибирск)



В погребальном комплексе танского времени (середина VII в.), раскопанном в округе Сяньюань провинции Шаньси, была обнаружена глиняная фигурка всадника высотой 26 см. На ней хорошо видны ноговицы, крепящиеся к поясу, раскрашенные узором, копирующим тигровую шкуру. Полы меховой шубы также заправлены за пояс. В этом скульптурном изображении передан образ чужестранца, одетого в необычные для Китая костюмы.

Прорисовка Е. Шумаковой

риваемого периода времени, т. е. для начала I в. н. э., является явлением уникальным.

Тот, для кого были сшиты эти ноговицы, успел изрядно поносить их, прежде чем отправился в мир иной. Об этом свидетельствует и заношенная подошва обуви, пришитой к «штанинам», и сама заворсившаяся ткань, ставшая похожей на тонкое сукно. Ноговицы пострадали и от грабителей. Судя по всему, их просто стащили с лежавшего в гробу тела погребенного мужчины и бросили рядом, на покрытый войлочным ковром пол деревянной погребальной камеры, где их и обнаружили исследователи две тысячи лет спустя

Штаны – одежда «варвара»

Для чего же служил и как носили хунну этот непривычный для нас вид одежды? Вероятно, ноговицы надевались поверх простых (не орнаментированных) шелковых или шерстяных шаровар. Нарядные, они служили скорее, украшением, нежели защитой от грязи и холода.

Такие же ноговицы, но только сшитые из узорного китайского шелка, были найдены в 6-м ноин-улинском кургане экспедицией П. К. Козлова. У тех «штанин» имеется подкладка из красного шелка без рисунка, к ним пришита войлочная обувь с коротким голенищем. Длина этих ноговиц от пояса до пятки составляет около 1 м при ширине в 0,5 м. «Шелковый вариант» из 6-го ноин-улинского кургана подчеркивает декоративный характер этой части костюма: такие широкие легкие «штанины» не могут защитить или согреть, но, будучи надеты поверх шерстяных шаровар, безусловно, добавляют «красоты». Возможно, эту часть костюма носили только всадники, поскольку для пешего ноговицы вместе с пришитыми к ним мягкими сапожками были, в общем-то, не очень удобны.

Нужно отметить, что с древности штаны были типичной одеждой кочевников, более того, в античной литературе служили одним из главных признаков «варваров» (Рикман, 1986). Китайцы переняли эту часть костюма довольно рано, поскольку на севере они всегда имели контакты с кочевыми племенами. Уже при чжоуском императоре Улин-ване в китайскую армию пришел варварский костюм всадника, главной необычной частью которого и были штаны. При дворе прошла даже настоящая дискуссия по поводу того, стоит или нет принимать одежду варваров. Сам император говорил: «Я не сомневаюсь, что заимствование варварской одежды необходимо, но боюсь, что Поднебесная будет смеяться надо мной» (известно из: Сыма Цянь «Исторические записки»).

Но воля императора и целесообразность одержали верх, и штаны стали неотъемлемой деталью экипировки китайского всадника. Судя по находкам в ноин-улинских курганах, и хунну, и китайцы Западной Хань носили одинаковые штаны и ноговицы.

Что касается ноговиц, то эту одежду в виде несшитых штанин, прикрепленных к поясу, исследователи костюма ставят в начало «эволюционного ряда» штанов, поскольку находят следы бытования этих изделий в самых разных культурах и регионах (Морозова, 1989; Лобачева, 1989).

Так, судя по изделию из коллекции Государственного этнографического музея (Санкт-Петербург), подобные «штаны» имелись у азербайджанок еще в конце XIX в. «Этнографические материалы из Средней Азии» – образцы детских штанов в виде несшитых ноговиц, а также сам тюркский термин для штанов – «аяктон» (ножная одежда), могут свидетельствовать о том, что шаровары из двух несшитых штанин, возможно, еще не так давно но-

в далекий Китай, где эти столь высоко ценившиеся при ханьском дворе товары должны были быть обменены на китайские шелка, уже хорошо известные на средиземноморских рынках.

Длинными и опасными дорогами, через пустыни и горные перевалы товар, переходящий из рук в руки, наконец достигал г. Чанъань, бывшего до 25 г. н. э. столицей Западной Хань. Конечно, если до этого караван где-нибудь в Западном крае (современная территория Синьцзяна) не был перехвачен хунну, контролировавшим этот отрезок Шелкового пути, или препровожден к ним в качестве законной добычи.

Так или иначе, но прекрасная шерстяная ткань была использована по назначению – из нее сшили оригинального фасона ноговицы. Что-то, наверное, надежные швы, сделанные грубыми двойными шерстяными нитками, подсказывает, что это случилось не в ханьских дворцовых мастерских, а в ставке хуннского предводителя – шаньюя. Их явно кроила и шила какая-то местная умелица, возможно, по образцу. А вот вышивку делала китайка: такой сложный, типично ханьский узор, воспроизведенный по шаблону, и так безупречно могла вышить только мастерица со стажем, для которой вышивка разноцветным шелком – привычная с детства работа. Кстати сказать, сама вышивка шелком по шерстяной ткани для рассмат-

На серебряном сасанидском блюде из коллекции Государственного Эрмитажа, датированном первой половиной VII в., изображена охота царя на тигра. На царе надеты узкие складчатые штаны, поверх которых видна пристегивающаяся над коленом штанина из более плотной ткани с тигровым узором. Прорисовка Е. Шумаковой



Остатки роскошной одежды степного вождя: фрагменты полы шелкового халата из полихромной ткани с отделкой из меха соболя (вверху) и шубы, декорированной соболиными хвостиками и мелкими серебряными бляшками (справа).
Реставратор Е. Карпеева (ИАЭТ СО РАН, Новосибирск)

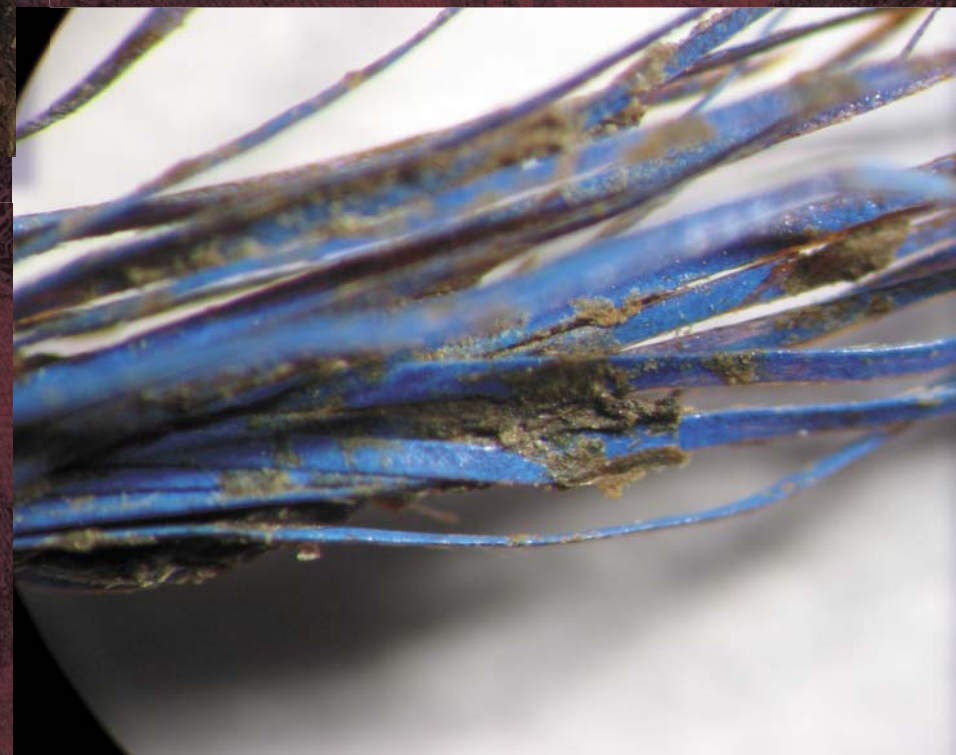


Эта шелковая ткань украшена перьями зимородка, собранными в кисточки с помощью золотой фольги. Бирюзовые перья зимородка в танскую эпоху доставляли из отдаленной западной части Гуандуна и из Аннама (северной и частично центральной части Вьетнама) (Шефер, 1981).
Слева внизу – перья зимородка. Фото Л. Кундо (ИАЭТ СО РАН, Новосибирск).
Справа внизу – зимородок обыкновенный. Рисунок Е. Шумаковой. По: (Бёме, Бёме, Кузнецов, 2009)

силы и в этом регионе. Штаны-ноговицы присутствуют и в детском и взрослом традиционном костюме нанайцев (Лобачева, 1989).

Возможно, поясная одежда древних китайцев, обозначаемая термином «ку», также представляла собой отдельно надевающиеся штанины. После находки в 6-м ноин-улинском кургане шелковых ноговиц эта идея, похоже, нашла материальное подтверждение. Во всяком случае, так считали исследователи китайского костюма Л. П. и В. Л. Сычевы: по их мнению, найденные в кургане ноговицы имели явно китайское происхождение. Более того, отдельные штанины, изготовленные из ткани, подбитой ватой, и крепящиеся к поясу при помощи тесемок (современное название «таоку», буквально – чехол на штаны), еще в конце прошлого века носили в Китае в холодное время поверх стеганых штанов для утепления (Сычев Л. П., Сычев В. Л., 1975).

Отдельно надеваемые несшитые штанины, в древности по-видимому, были наиболее характерны для иранских народов – персов, скифов и, возможно, некоторых сарматских племен. Этот тезис как будто подтверждается некоторыми изобразительными источниками и письменными свидетельствами (Равдоникас, 1990). Наиболее похожими на «хуннские» ноговицы выглядят штаны на изображениях сасанидских всадников. Любопытно, что в одном из китайских погребальных комплексов в провинции Шаньси, относящихся примерно к тому же времени (первой половине VII в., эпохе Тан), были обнаружены три глиняные фигурки всадников, чья экипировка, значительно отличающаяся





В грабительском лазе 22-го ноин-улинского кургана был обнаружен фрагмент лаковой сетки и шелковой ткани от головного убора «гуань». Этот предмет, найденный в погребении кочевника-хунну, служил в Китае признаком этнической принадлежности и «цивилизованности». На ханьских рельефах можно встретить изображения китайских чиновников в подобных головных уборах (вверху справа).

Фото Л. Кундо. Прорисовка Е. Шумаковой

Черепашовая головная шпилька из 22-го ноин-улинского кургана

от китайского костюма, включает в себя и отдельные штанины, пристегнутые к поясу. И у сасанидского царя, и у всадников эти ноговицы покрыты узором, имитирующим шкуру тигра.

Гардероб степного вождя

У мужчины, погребенного в 22-м кургане, из всего набора одежды целыми оказались только ноговицы, от остального остались только фрагменты. Но то, что сохранилось, позволяет реконструировать почти весь его богатый костюм. Прежде всего, это халат на шелковой вате, сшитый из одноцветного шелка, и еще один – из красной шелковой полихромной ткани с опушкой из собольего меха. Затем – соболья шуба, от которой остались только фрагменты меха, так как мездра не сохранилась. В Китае шелковые халаты надевались, кстати, поверх шуб – вероятно, так же носили эти вещи и знатные хунну.

Любопытным украшением шелковой одежды оказались бирюзовые перья зимородка, собранные в маленькие пучки, перевязанные золотой фольгой. Известно, что с древних времен в Китае перья этой птицы использовались в убранстве человека и его жилья: ими украшали одежду, ювелирные изделия, пологи и навесы.

Для эпохи Хань этот элемент украшения одежды был тесно связан с даосской символикой – «полностью оперившегося» даоса, т. е. бессмертного. Судя по письменным источникам, у даосов даже существовала настоящая одежда из перьев (Шефер, 1981). Перьями украшали одежду аристократы. Появление у хунну шелковой одежды, украшенной «букетиками» ярких перьев зимородка, свидетельствует, что актуальная китайская мода проникала в Степь, и хуннские вожди получали «модные» изделия, доступные лишь ограниченному кругу китайской знати.

Обнаруженные в погребении тончайшие решетки из лака черного цвета, внутри которых находились шелковые нити, оказались фрагментами *гуань* – головного убора, который изготавливался из пропитанной лаком конопляной или шелковой ткани. Этот головной убор служил признаком этнической принадлежности и «цивилизованности» (Кравцова, 2004). В китайских источниках упоминается девятнадцать разных видов *гуань*. Самый ранний покрытый лаком газетный *гуань* был обнаружен в Китае в могильнике Мавандуй (Wang Shujin, 2008).

Этот головной убор, остатки которого вместе с набором черепашовых шпилек были обнаружены в 22 ноин-улинском кургане, вероятно, был пожалован шаньюю

В погребении 22-го ноин-улинского кургана обнаружен фрагмент шелковой ткани с вытканым узором, некогда бывший частью двухслойного шелкового халата. Узор изображает китайского «святого» – крылатого бессмертного сянь верхом на крылатой лошади, мчащегося в летящем галопе среди так называемых «облачных лент», характерного орнамента эпохи Хань, символизирующего небеса. Сохранилось и несколько иероглифов вытканной на ткани благожелательной надписи (полностью подобную надпись можно увидеть на фрагменте аналогичного шелка из ноин-улинского кургана, исследованного экспедицией П. К. Козлова). Надпись может быть истолкована следующим образом: «Пусть вы будете новым святым Гуан Чэном* и будете иметь долголетие в десять тысяч лет» (Лубо-Лесниченко, 1961, с. 48)

китайским императором. В Степи такое украшение было совершенно бесполезно, но, наверное, престижно, почему и попало в ряды других столь же бесполезных подарков ханьского двора (таких, как церемониальный зонтик) в погребение знатного хунну.

Таким образом, благодаря китайским подаркам, среди которых были не только ткани, но и готовые изделия, хуннская знать одевалась довольно своеобразно, сочетая привычный для всадника комплект штанов с китайски-

* Гуан Чэн – небожитель, мифический философ и мудрец древности.



Простой орнамент на этой золотой нашивной бляшке (слева), выполненный в китайских традициях, близок к узорам на черепичных декоративных дисках, закреплявшихся по фасаду крыш богатых домов в эпоху Хань (справа). Прорисовка Е. Шумаковой

ми халатами, а иногда и с головными уборами. Создавался своеобразный эклектичный стиль в одежде, который подчеркивался украшениями.

Представить, как выглядел этот костюм в полном объеме мы не можем, но наличие мелких золотых бляшек с отверстиями, украшенных орнаментами в китайском стиле, служит доказательством, что костюм погребенного, согласно степной «варварской» традиции, был густо расшит золотом. Пряжки покрывало тончайшее ажурное золотое покрытие, из золота и серебра делались наконечники узких ремней. Для вставок в золотые украшения использовалась бирюза, среди украшений были также бусы из янтаря и кристаллов пирита, подвески из агата и нефрита

Судя по количеству шелковых тканей высокого качества, фрагментам уникальных лаковых предметов, таких как столик на фигурных ножках и церемониальный китайский зонтик, серебряным украшениям конской упряжи с изображениями единорогов, остаткам китайской колесницы и множеству других ценных предметов, мужчина, похороненный в 22-м ноин-улинском кургане, относился к высшей прослойке хуннской знати. К той знати, которая в изобилии пользовалась всеми выгодами от контролируемого хунну участка Шелкового пути и, соответственно, всеми дарами ханьского двора, достигшими в тот период времени своего пика.

Одежда во все времена являлась важнейшим этническим показателем, объединяя людей одной общности. И костюм степных кочевников должен был разительно отличаться от того, который носили земледельцы среднекитайской равнины. Но если о внешнем виде и «гардеробе» китайцев эпохи Хань известно довольно много благодаря письменным, изобразительным и даже археологическим источникам, то костюм хунну так и остается загадкой.

Имеется очень мало письменных свидетельств современников о внешнем виде хунну. Ханьцы характеризовали кочевников в таких выражениях: «Варвары корыстны и стремятся к выгоде, ходят с неуложенными волосами и запахивают полу одежды на левую сторону, имеют лицо человека и сердце дикого зверя...» («Материалы по истории...», 1989, с. 14).

Из подобных текстов трудно понять, как же в действительности выглядели кочевники-хунну. Очевидно только, что их костюм претерпевал большие изменения на протяжении всей долгой истории их соседства с китайцами.

Бусины из кристаллов пирита с просверленными отверстиями, обнаруженные в 22 ноин-улинском кургане

Золотые украшения, обнаруженные в погребении, свидетельствуют о богатстве костюма, украшенного в «варварском» стиле большим количеством мелких пришивных бляшек

Покрытие этой поясной пряжки изготовлено из золотой фольги, урашенной чешуйчатым орнаментом. Судя по результатам макросъемки (слева), узор был нанесен с помощью штампа. Фото Л. Кундо
Золотая петля – деталь богатого пояса



Известно, что ношение халатов на китайский манер было законодательно введено только в 494 г. сяньбийским правителем Тоба Хунюем (сяньбийцы – кочевой народ, пришедший на смену хунну) (Крюков, Малявин, Софронов, 1987). Сами же халаты задолго до этого уже носили кочевники. Так, в 6-м ноин-улинском кургане были найдены два целых шелковых кафтана и остатки третьего, а также шелковые шаровары и ноговицы (Руденко, 1962), фрагменты халатов были обнаружены и в 22-м кургане. В свое время китаец Чжунхан Юэ, бывший советником при хуннском правителе Лаошане, предостерегал последнего от последствий пристрастия к китайской роскоши и особенно к одежде. «Ныне вы, шаньюй, изменяя обычаям, проявляете любовь к ханьским изделиям, но если только две десятых ханьских изделий попадут к сюнну, то все сюнну признают над собой власть Хань. Если в шелковых тканях и шелковой вате, которые сюнну получают от Хань, пробежать по колючей траве, то верхняя одежда и штаны порвутся;

Основная часть нефритовых изделий из 22-го ноин-улинского кургана – это хорошо отполированные с двух сторон пластины с несколькими отверстиями для пришивания, служившие украшением одежды. С глубокой древности нефрит, который называли «семенем дракона», был в Китае наиболее ценным камнем. В одежды из нефритовых пластин одевали перед погребением ханьских императоров. Возможно, не до конца обработанные куски нефрита, также найденные в кургане, использовали для того, чтобы закрывать «девять отверстий» на теле умершего, согласно ханьской традиции сохраняя его для возрождения

покажите этим, что такая одежда не так прочна и хороша, как шубы из войлока...» (Сыма Цянь, л. 15-б-16-ф, цит. по: Материалы по истории..., 1989).

Но, как мы видим по археологическим материалам, этот призыв не был услышан...

Литература

Кононов В. Н. Технологическая характеристика тканей из могил Ильмовой пади // СА, 1946. Т. VIII. С. 69–72.

Крюков М. В., Малявин В. В., Софронов М. В. Этническая история китайцев на рубеже средневековья и нового времени. М.: Наука, 1987. 308 с.

Лобачева Н. П. О некоторых чертах региональной общности в традиционном костюме народов Средней Азии и Казахстана // Традиционная одежда народов Средней Азии и Казахстана. М.: Наука, 1989. С. 5–39

Лубо-Лесниченко Е. И. Древние шелковые китайские ткани и вышивки 5 в. до н. э. – 3 в. н. э. в собрании Государственного Эрмитажа (каталог). Л.: Изд-во ГЭ, 1961. 67 с.

Материалы по истории кочевых народов в Китае III–V вв. Выпуск 1. Сюнну. М.: Наука, 1989. 285 с. Пер. с кит. Предисловие и комментарии В. С. Таскина.

Морозова А. Г. Традиционная народная одежда туркмен // Традиционная одежда народов Средней Азии и Казахстана. М.: Наука, 1989. С. 39–90.

Пилипенко А. С., Полосьмак Н. В., Трапезов Р. О. Молекулярно-генетические исследования останков представителей высшей знати хунну из могильника Ноин-Ула // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Т. XIX. Новосибирск: Изд-во Ин-та Археологии и Этнографии СО РАН, 2013. С. 559–563.

Равдоникас Т. Д. Очерки по истории одежды населения Северо-Западного Кавказа (античность и средневековье). Л.: Наука, 1990. 138 с.

Руденко С. И. Культура хунну и ноин-улинские курганы. М., Л.: Издательство АН СССР, 1962. 203 с.

Сычев Л. П., Сычев В. Л. Китайский костюм. Символика. История. Трактровка в литературе и искусстве. М., 1975. 133 с.

Шефер Э. Золотые персики Самарканда. М., 1981. 587 с.
Bohmer H., Karadag R. Farbanalytische untersuchungen // Schmidt-Colinet A., Stauffer A., Khaled Al-As Ad. Dit textilien aus Palmyra. Verlag Philipp von Zabern. Mainz am Rhein. 2000. P. 83–87

Stauffer A. Material und technir // Schmidt-Colinet A., Stauffer A., Khaled Al-As Ad. Dit textilien aus Palmyra. Verlag Philipp von Zabern. Mainz am Rhein. 2000. P. 8–32.

Wang Shujin Brilliant culture of dress and ornament at Mawangdui // Noble Tombs at Mawangdui. Yuelu Publishing House. 2008. P. 72–86.



Серебряная бляха с изображением единорога – украшение конской упряжи, найденное в 22-м ноин-улинском кургане. Реставратор Г. Ревуцкая (ИАЭТ СО РАН, Новосибирск)



С. Н. КЛИМОВА, В. А. ШИЛО



Белоголовая савка – редкий представитель семейства утиных – стала еще одним обитателем «Ноева ковчега» для малочисленных и исчезающих видов птиц, которым в течение многих лет служит Карасукский стационар Института систематики и экологии животных СО РАН (Новосибирск). Благодаря содружеству со знаменитым Новосибирским зоопарком здесь удалось сформировать единственное не только в России, но и в Европе маточное поголовье российских видов тетеревиных птиц – глухаря, тетерева, дикуши, рябчика, а также североамериканского воротничкового рябчика. Здесь также успешно содержатся и размножаются ставшие уже достаточно редкими беркуты и гималайские улары. Разведение в неволе савки – это еще один успешный проект новосибирских зоологов по сохранению биологического разнообразия

Птенцы белойловой савки, родившиеся в Карасукском питомнике

Ключевые слова: биологическое разнообразие, разведение птиц, белойловая савка, реинтродукция.

Key words: biological diversity, breeding of the birds, White-headed Duck, reintroduction



У савки будет будущее!

© С. Н. Климова, В. А. Шило, 2015



ШИЛО Владимир Александрович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии сообществ позвоночных животных и заведующий Карасукским научным стационаром Института систематики и экологии животных СО РАН (Новосибирск). Автор и соавтор более 30 научных работ и 2 патентов

КЛИМОВА Светлана Николаевна – младший научный сотрудник лаборатории экологии сообществ позвоночных животных Института систематики и экологии животных СО РАН (Новосибирск). В течение 25 лет занимается разведением редких животных на Карасукском научном стационаре. Автор и соавтор 15 научных работ и 1 патента

Эта небольшая утка, несмотря на свой, казалось бы, обширный ареал, включающий Европу и Азию, повсеместно редка. Всего в мире существуют четыре основные биогеографические популяции белоголовой савки (*Oxyura leucosephala*): две азиатские (центрально- и южноазиатская), североафриканская и европейская (International Single Species..., 2006), при этом большинство размножающихся птиц сосредоточено всего лишь в четырех странах: Монголии, Казахстане, России и Испании.

Стабильная североафриканская и растущая испанская популяции савки – оседлые, их будущее не вызывает особых опасений. Однако численность перелетных азиатских популяций сокращается. Где зимуют эти утки, до сих пор точно не известно, но, предположительно, – на юге Каспия, в Иране и Ираке. Там птицы подвергаются немалым опасностям, связанным как с самими миграциями, так и с далеко не всегда благоприятными условиями на местах зимовок, а иногда и с безжалостным отношением со стороны человека, выражающимся в массовом хищническом истреблении птиц (Гусев, Коваленко, 1973). И эта проблема приобретает особую остроту в наше беспокойное время, ведь в странах с локальными военными конфликтами «большая политика» не только осложняет жизнь людей, но и мешает выживанию маленьких уток.

В нашей стране белоголовая савка включена в различные региональные Красные книги, в том числе Красную книгу Новосибирской области и Красную книгу РФ. Среди главных причин, вызывающих снижение численности савки, – разрушение среды обитания и чрезмерная охота. Однако у савок помимо этих, вполне «традиционных» для любого «краснокнижного» вида проблем, есть еще одна, и весьма серьезная. Связана она с другим видом уток – североамериканской или ямайской савкой (*Oxyura jamaicensis*) (*Ruddy Ducks* – «румяные утки» в переводе с английского).

По одной из версий, три пары ямайских савок в 1948 г. привез и выпустил на пруду в Слимбридже (Глостершир, Великобритания) сам П. Скотт, основатель известной

В Западной Сибири белоголовая савка обитает на водоемах с зарослями тростников и большим количеством зоопланктона, бентоса и водной растительности. Эта утка гнездится даже на озерах в черте г. Карасук (Новосибирская обл.), т. е. всего в 12 км от научного стационара (справа вверху). У половозрелого самца белоголовой савки голова действительно белая, увенчанная черной шапочкой, а клюв в брачный период – небесно-голубого цвета. Самочки имеют скромное буроватое оперение (справа внизу)





ПТИЧИЙ ГЕНОЦИД

Спонтанное внедрение новых видов в природные сообщества часто приводит к непредсказуемым последствиям. Поэтому еще в 1997 г. IUCN (Международный союз охраны природы и природных ресурсов) учредил рабочую группу по инвазивным видам, специалисты которой сформулировали руководящие принципы по предотвращению негативного воздействия на биологическое разнообразие, вызванного агрессивными иностранными видами (Hughes *et al.*, 2006). В том числе для сохранения белоголовой савки предпринят ряд мер, включающий уменьшение числа ямайских савок путем их отстрела или отлова.

К 2002 г. одиннадцать европейских стран участвовало в мероприятиях по сокращению поголовья ямайской савки на своих территориях. Однако отстрел птиц – очень дорогостоящее мероприятие, к тому же он может наносить косвенный урон и другим видам, хотя бы фактором беспокойства. В результате Великобритания потратила свыше 5 млн фунтов на выбраковку около 6,5 тыс. особей ямайской савки, т. е. приблизительно по 900 фунтов на птицу, сделав тем самым эту утку самой дорогой дичью в мире. Отстрелы в прямом смысле «беззащитных» птиц вызывают протесты у любителей-натуралистов. Возникшая в прессе полемика противников и сторонников «изъятия» из природы чужеродных уток едва не остановила ее поголовную выбраковку (Vidal, 2012). Однако мнение защитников «аборигенной» белоголовой савки возобладало, и натуралисты, надеющиеся увидеть «румяную утку» в естественной среде обитания в Европе, должны поспешить, потому что правительство собирается потратить еще 200 тыс. фунтов на отстрел последней сотни особей и к 2015 г. истребить их полностью (Carrington, 2014). Вот так ни в чем не виноватая птица стала невольной жертвой необдуманных человеческих поступков

В отличие от белоголовой савки (справа), самец ямайской савки носит черную «шапочку», закрывающую глаза и не имеет характерного для белоголовых савок вздутия в основании клюва (слева). Белоголовую савку можно узнать и по веерообразному хвосту, который птицы часто держат вертикально.

Уипснейдский зоопарк, Бедфордшир, Англия
http://en.wikipedia.org/wiki/Ruddy_duck#mediaviewer/File:Ruddy_Duck_at_Whipsnade_Zoo.jpg

природоохранной организации «SevernWildfowlTrust» (ныне «WildfowlandWetlandsTrust»). Ямайские савки прекрасно освоились на английских водоемах, акклиматизировались и натурализовались, а впоследствии освоили и континентальную Европу. Заняв большую часть угодий белоголовой савки, ямайские савки начали вступать в размножение с «аборигенами», образуя плодовые гибриды. Первые такие помеси были обнаружены в Испании еще в 1990-х гг. (Vidal, 2012).

К настоящему времени ямайская савка проникла более чем в два десятка европейских стран, что поставило белоголовую савку в этом регионе под угрозу исчезновения (International Single Species..., 2006). Есть вероятность, что румяная утка может продолжить свое расселение и в восточном направлении, служа потенциальной угрозой и для азиатских популяций белоголовой савки (The IUCN RedList..., 2014).

Островки спасения

Один из путей сохранения биологического разнообразия – разведение в неволе редких видов животных с последующим выпуском их потомков в природу. В некоторых европейских странах были реализованы подобные программы по увеличению численности

На экспериментальной «ферме» по разведению савок на Карасукском стационаре самки откладывают яйца в специально устроенных гнездах. После изнурительного насиживания в жару и непогоду на свет появляются пушистые черные птенцы, с белыми полосками на щеках



САВКА – ОСОБЕННАЯ УТКА

Белоголовая савка имеет ряд необычных и даже загадочных особенностей. Так, для нее не характерны обычные для многих водоплавающих подьемы численности при росте общей увлажненности территорий и, соответственно, увеличении площади водоемов и улучшении гнездовых условий. Еще одна особенность – необычайно крупный (около 100 г!) размер яиц, которые самка откладывает до десятка и более. Часто общий вес кладки существенно превышает собственный вес утки, который составляет 500–800 г. Большой желточный мешок у птенца позволяет ему переносить длительные периоды бескормицы, но он же указывает на то, что именно в птенцовом возрасте эти птицы наиболее уязвимы. Известно также, что утки и в природе, и в неволе могут откладывать повторные кладки в случае утраты яиц. Однако оказалось, что савки могут откладывать вторую кладку даже при полном успехе первой! Такое явление наблюдалось в Карасукском питомнике в 2013 г., когда самки, содержащиеся вместе с выводками, вновь начали нести яйца

белоголовых савок. Но разведение этих уток – занятие дорогостоящее, которое требуется вести с участием хорошо подготовленных специалистов.

В Великобритании научились разводить этих птиц еще в 1970-х гг., и с тех пор английские зоологи делятся своим опытом и животными с европейскими зоопарками и питомниками, где эти птицы не только доступны для обозрения, но и успешно размножаются.

В Испании комплекс мер по защите белоголовой савки, включающий, в том числе, и разведение их в неволе с последующим выпуском в природу, позволил увеличить численность популяции с 22 голов (1977 г.) до 2,5 тыс. (2006 г.) Наиболее удачными оказались выпуски уток на Майорке, где было выпущено в природу 52 особи (в 1993 и 1995 г.). Птицы стали успешно размножаться, и рост поголовья был феноменальным: к 1997 г. численность птиц на Майорке превысила тысячу голов! (Torres, 2000).

Но такого успеха удалось добиться далеко не везде. В Венгрии и Франции программы по восстановлению численности белоголовой савки потерпели неудачу и были закрыты, несмотря на то что бюджет, к примеру, французского проекта составлял около полутора миллионов евро (Vajomi, 2003; Etangde Biguglia..., 2001).

В Карасукском питомнике птенцов савки в первые дни кормят дафниями – мелкими планктонными ракообразными, специально отловленными на естественных водоемах и выпущенными в бассейн. Птенцы отцеживают корм, опуская клюв в воду. Постепенно они приучаются есть из обычных кормушек специальную кормовую смесь



До недавнего времени Россия не принимала никакого участия в международных программах по защите и сохранению белоголовой савки. Более того, этих «краснокнижных» птиц нельзя было встретить ни в одном российском зоопарке, и наши соотечественники могли увидеть эту редкую утку только на картинках.

Подобная экологическая безграмотность населения приводит к тому, что охотник, подстреливший савку, дивится на необычную дичь и даже не догадывается, что совершил преступление, убив птицу, принадлежащую к виду, охраняемому государством. Это, к сожалению, относится не только к савкам, но и к другим видам, уничтожаемым нерадивыми охотниками.

В сибирском питомнике

По данным Красной книги РФ (2001), к началу нового века в мире насчитывалось около 15,0–18,3 тыс. особей белоголовой савки, десять тысяч из которых обитало в пределах бывшего СССР, и около 170–230 пар – на территории России. Согласно данным 2002 г., в России на то время гнезилось не более 300–500 пар (Баздырев, Мурзаханов, 2009). При этом большая часть половозрелых особей белоголовой савки, по мнению специалистов, не принимает участия в размножении.

Одно из немногих мест концентрации и гнездования этого редкого вида в России – Новосибирская область и Алтайский край. По данным экологического центра «Стриж» (природоохранной организации, работающей на территории Томской, Новосибирской областей и Алтайского края), который проводил оценку состояния численности савки на лесостепных озерах в 2012 г.,



СИБИРСКИЙ «НОЕВ КОВЧЕГ»

Карасукский научный стационар Института систематики и экологии животных СО РАН расположен на берегу оз. Кротово (Карасукский р-н, Новосибирская обл.). С момента его организации в 1962 г. здесь занимаются изучением природы лесостепной зоны, разрабатывают способы рационального использования природных ресурсов, приемов охраны и повышения продуктивности природных комплексов и сохранения биологического разнообразия. Как полевая и экспериментальная база, стационар обеспечивает проведение фундаментальных и прикладных исследований академических институтов, в том числе с участием зарубежных специалистов, а также подготовку молодых научных кадров. Здесь получают дополнительное экологическое образование школьники и студенты. В конце 1980-х гг. на стационаре был построен вольерный комплекс для содержания редких и интересных с научной точки зрения видов диких животных (дикуша, дрофа, речная выдра, европейская норка и др.). Исследования по изучению и разведению животных получили новый толчок в 1992 г., когда по инициативе ИСиЭЖ и Новосибирского зоопарка на базе вольерного комплекса было создано экспериментальное хозяйство Новосибирского зоопарка.

Результат такого межведомственного содружества оказался успешным. Так, в питомнике удалось сформировать единственное не только в России, но и в Европе размножающееся маточное поголовье различных видов тетеревиных. Еще один «пассажир ковчега» – дрофа, которая «залетела» в Красную книгу благодаря неумеренной охоте и разрушению местообитаний. Карасукский питомник наряду с другими организациями Европы и России включился в работу международного проекта по спасению этого степного вида в природе и разведению в вольерах. В течение десятилетий на Карасукском стационаре поддерживается и уникальная вольерная популяция дикуши – одной из наиболее редких и малоизученных птиц семейства тетеревиных. Сегодня в Маслянинском районе Новосибирской области проводится эксперимент по созданию западносибирской популяции дикуши из птиц, родившихся и выросших в вольерах на берегу оз. Кротово

Школьники на экскурсии на Карасукском стационаре ИСиЭЖ СО РАН

здесь обитает до 40% российского поголовья этих уток! Для сохранения и увеличения численности редких птиц сегодня предлагаются разные меры, среди которых – охрана мест обитания (создание заказников, заповедников и других охраняемых территорий), запрет рыболовства и охоты в местах гнездования уток, а также разведение птиц в неволе с последующим выпуском в природу.

Еще в ноябре 2008 г. на базе Союза охраны птиц России и центра «Стриж» была создана Национальная рабочая группа по сохранению белоголовой савки в России, в которую вошли представители 13 регионов, в которых обитает савка. Задача рабочей группы – реализация в России Международного Плана действий по сохранению савки, разработанного под эгидой Боннской

конвенции о мигрирующих видах в рамках Соглашения о сохранении афро-евроазиатских водоплавающих птиц (АЕВА) (Баздырев, Мурзаханов, 2009).

Белоголовой савке посвящен и один из разделов международной программы ЕАРАЗА (Евроазиатской региональной ассоциации зоопарков и аквариумов) «Редкие и исчезающие гусеобразные Евразии», занимающейся разработкой и реализацией стратегии сохранения и восстановления численности редких видов гусеобразных путем интенсивного разведения в искусственных условиях и последующей реинтродукции их в природу, создания необходимого числа устойчивых, стабильно размножающихся и генетически полноценных группировок (искусственных популяций) редких видов гусеобразных в зоопарках и питомниках. В рамках этой программы в Карасукском питомнике и начались работы по разведению белоголовой савки.

Для начала были успешно инкубированы яйца из брошенных кладок, доставленные в питомник специалистами «Стрижа», а в 2013 г. от птиц, выращенных из этих яиц, был получен «в неволе» первый «отечественный» приплод. В отличие от европейских питомников, где савки круглогодично содержатся на открытых незамерзающих водоемах (прудах), карасукские утки ежегодно «мигрируют». Осенью они отправляются на автомобиле из питомника, где родились и выросли, в «теплые края»: на автомобиле их перевозят за 400 км – в Новосибирский зоопарк. Там птицы переживают сибирскую зиму «зимовочной стаей» в теплом павильоне с боль-

шим бассейном. Весной, в конце апреля, савки тем же способом возвращаются на «малую родину». Здесь их ожидают персональные вольеры, в каждой из которых имеется бассейн, места отдыха, гнездовый домик и все остальное, необходимое для комфортного проживания семейной пары или самки с птенцами. В вольерах проходят и все фазы размножения, от тока и яйцекладки до выращивания птенцов.

На сегодня проблема вольерного разведения белоголовой савки в условиях Западной Сибири принципиально решена, хотя еще идет отработка приемов содержания, кормления и разведения птиц, разных способов выращивания птенцов, а также поиск оптимальных кормовых рационов для молодняка и взрослых особей.

Тем не менее уже можно говорить о том, что в Карасукском питомнике формируется вольерная популяция, которую в будущем можно использовать и для выпусков птиц в природу. Для последнего существуют особо благоприятные условия, так как основные места гнездования савки в Северной Кулунде находятся как раз на озерах Карасукского и Баганского районов Новосибирской области, и птиц вольерного разведения можно будет подпускать прямо к их к диким сородичам.

Литература

Баздырев А., Мурзаханов Е. Савка в Кулундинской степи и Барабинской лесостепи // Степной бюллетень. 2009. № 26. С. 52–54.

Международная научно-производственная программа «Редкие и исчезающие гусеобразные Евразии». ЕАРАЗА, 2005. 8 с.

Шило В.А., Климова С.Н. Ноев ковчег для дикуши // Наука из первых рук. Новосибирск. 2011. № 4. С. 124–133.



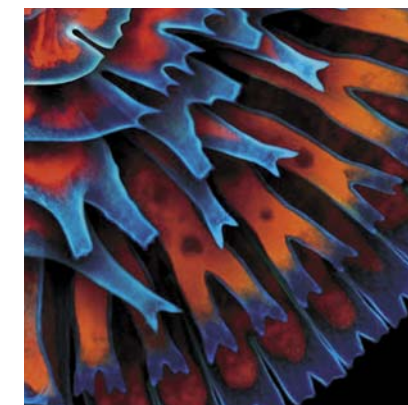
В публикации использованы фото авторов

МИР ГЛАЗАМИ НАУКИ



На пересечении науки и искусства

Всемирно известный производитель фототехники корпорация «Olympus» уже более десяти лет проводит конкурс фото- и видеоизображений природного мира под девизом: «Что может быть круче, чем пересечение искусства и серьезной науки?». На веб-сайт «Olympus BioScapes Competition» ученые и микроскописты-любители из более 70 стран мира ежегодно присылают тысячи фотоснимков и фильмов, из которых отбираются десять победителей. Сегодня мы знакомим читателей с фотографиями, победившими на конкурсе 2013 г., а нейробиолог И. Сиванович, абсолютный победитель конкурса, расскажет о «герое», вдохновившем его на создание одного из «выигрышных» фотоснимков



Десмидиевые водоросли (Desmiales) издавна привлекают внимание не только ученых, но и натуралистов-любителей удивительным разнообразием, красотой и симметрией своих форм. Эта группа преимущественно одиночных организмов, относящаяся к зеленым водорослям, по разным оценкам насчитывает от 200 до 400 видов. Среди них встречаются и такие гиганты, как *Micrasterias rotata* размером 0,3 мм (одни из самых больших клеток в царстве растений!), и карлики, такие как миниатюрная *Cosmarium*, длина которой не превышает 10 мкм.

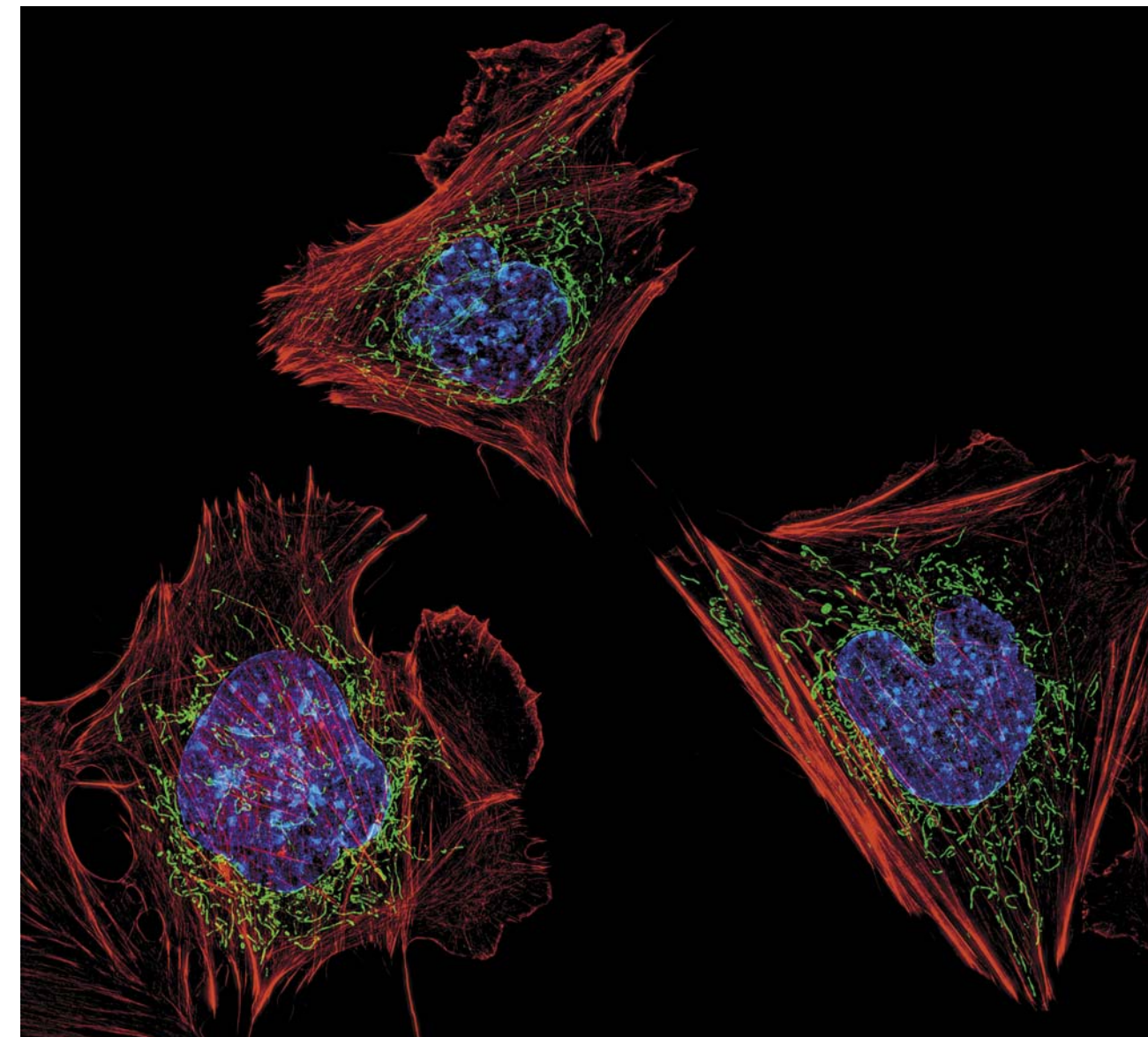
Типичная клетка десмидиевых водорослей состоит из двух симметричных, зеркально отображенных половинок – *полуклеток*, образовавшихся в результате деления, одна из которых всегда старше другой. Слоистая оболочка клеток пронизана отверстиями-порами и покрыта скульптурными украшениями (ямками, буграми, шипами и т.п.), расположенными в определенном порядке и образующими причудливые узоры. Автора, как бывшего структурного биохимика, особенно поразила многочисленность групп симметрии, которые можно выявить среди десмидиевых. Удивительно, что немецкий естествоиспытатель и философ Э. Геккель, «отец» органической кристаллографии, посвятил этим водорослям лишь одну иллюстрацию в своей широко известной книге «Красота форм в природе» (1904).

Для создания «артобъекта» была выбрана компоновка, навеянная геометрией *янтры* – одного из древнейших графических символов в индуизме, духовного символа возвышающегося сознания. Такая композиция удачно раскрывает природную симметрию и разнообразие размеров водорослей.

Для визуализации стенок клеток использовалась специальная целлюлозо-связующая флуоресцентная краска, поглощающая ультрафиолет и испускающая сине-зеленый свет. Красный цвет – результат присущей водорослям флуоресценции пигмента хлорофилла. Чтобы создать многоцветное изображение, излучение фиксировалось одновременно на трех каналах. Такое объединение трех изначально цветных картинок в одну, дающее целую палитру цветов, фактически придает микроскопу нормальное цветовое «зрение», как у людей.

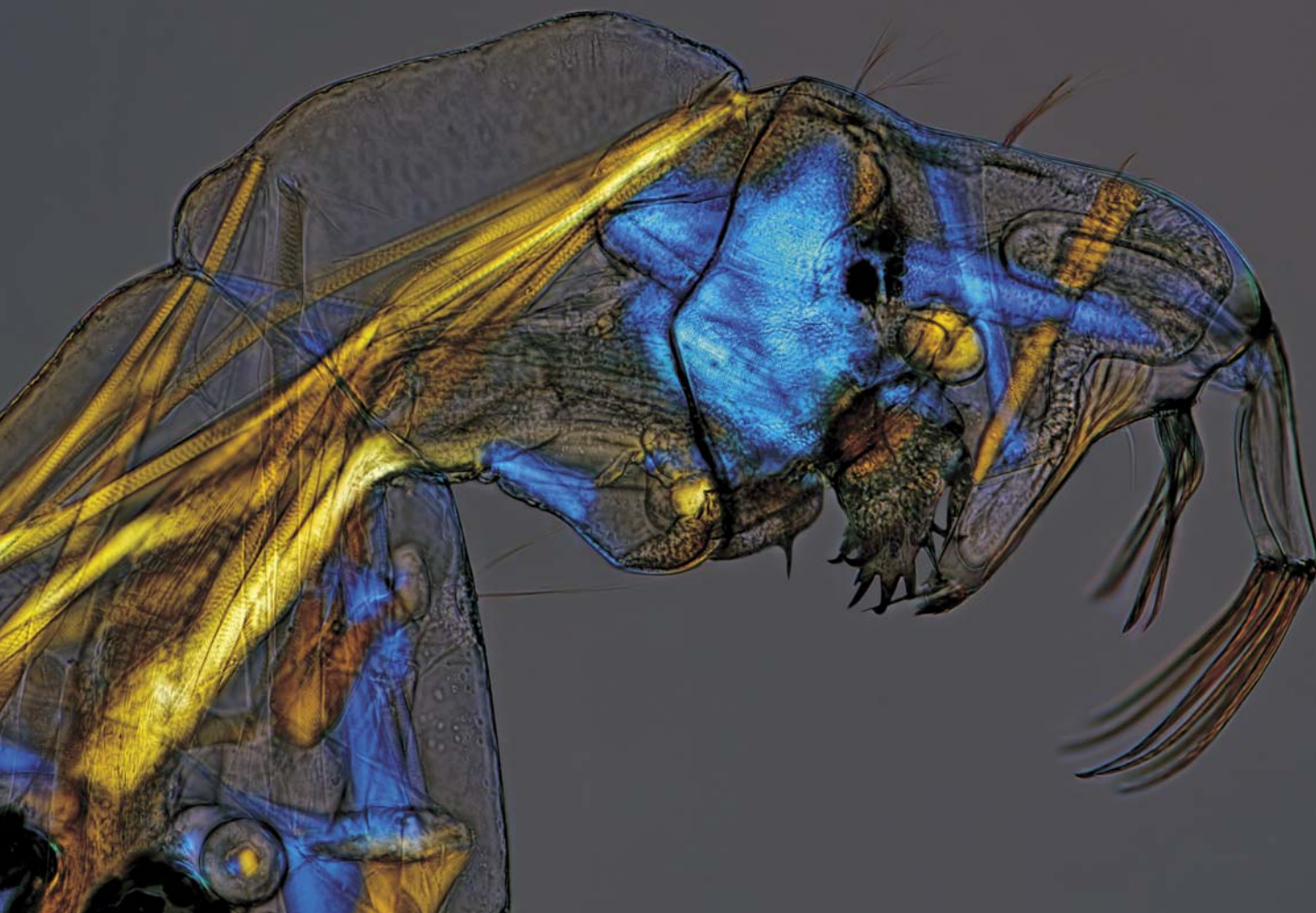
И. Сиванович (Медицинский институт Говарда Хьюза, Ашберн, Джорджия, США)

На фото – изображение артобъекта, составленного из клеток различных одноклеточных пресноводных водорослей – десмидий. Виды водорослей располагаются в следующем порядке (с периферии вовнутрь изображения): *Micrasterias rotata*, *Micrasterias* sp., *M. furcata*, *M. americana*, *M. truncata*, *Euastrum* sp. и *Cosmarium* sp. Конфокальная лазерная сканирующая микроскопия. 400-кратное увеличение. Фото И. Сивановича. 3-я премия международного конкурса «2013 Olympus BioScapes Digital Imaging Competition». www.OlympusBioScapes



◀ Этот обитатель пруда (слева) вовсе не животное, а хищное бескорневое растение – пузырчатка обыкновенная, самое быстрое плотоядное растение в мире, питающееся мелкими насекомыми и ракообразными. На листовой пластинке пузырчатки расположен небольшой округлый пузырек, окруженный покрытыми слизью волосками, с помощью которого хищник заманивает добычу. Внутри ловушки этой водоросли видны захваченные ею десмидиевые водоросли, выделяющиеся необычными симметричными формами. Конфокальная лазерная сканирующая микроскопия. 100-кратное увеличение. Фото И. Сивановича. 1-я премия международного конкурса «2013 Olympus BioScapes Digital Imaging Competition». www.OlympusBioScapes

В фибробластах (клетках соединительной ткани, производящих компоненты межклеточного вещества) эмбриона мыши синим цветом флуоресцирует ДНК, красным – актиновые нити, компонент сократительных систем. Зеленым флуоресцирующим белком визуализированы части митохондрий – энергетических фабрик клетки. Микроскопия структурированного освещения с флуоресценцией. 60-кратное увеличение. Фото Д. Бернетта (Национальные институты здоровья, Бетесда, Мэриленд, США). 5-я премия международного конкурса «2013 Olympus BioScapes Digital Imaging Competition». www.OlympusBioScapes



У толстохоботных комаров из семейства земноводных длинноусых двукрылых (Chaoboridae) даже взрослые особи почти прозрачные, не говоря уже о личинках (*вверху*). Взрослые самцы этих земноводных насекомых украшены пышными усами, при этом все половозрелые особи являются либо чистыми вегетарианцами, питающимися нектаром, либо вообще обходятся без пищи. В отличие от своих родителей, личинки толстохоботных комаров относятся к типичным хищникам. Свою добычу – личинок других насекомых и рачков – они захватывают толстым хоботком.

Бесцветная и прозрачная мускулатура личинки комара является двоякопреломляющей средой, поэтому ее удалось сделать видимой с помощью особой подсветки.

Поляризационная микроскопия, 100-кратное увеличение.

Фото Ч. Кребса (Айсаква, Вашингтон, США).

7-я премия международного конкурса «2013 Olympus BioScapes Digital Imaging Competition».

www.OlympusBioScapes



Это создание – личинка ручейника, одного из широко распространенных и легко узнаваемых насекомых. На сегодня описано более 15 тыс. видов ручейников, которые встречаются по всему миру. Ручейник относится к насекомым с так называемым «полным превращением».

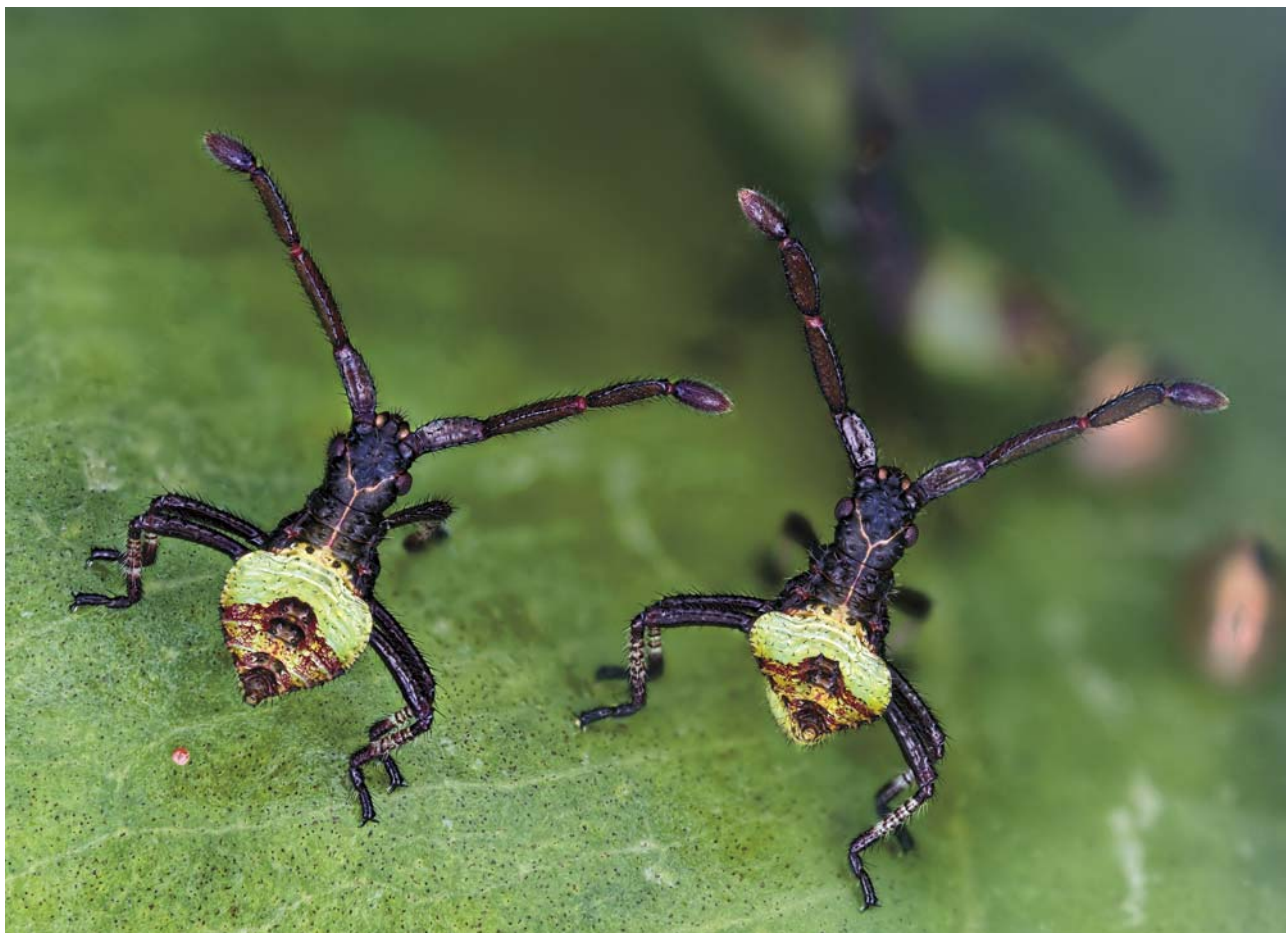
При таком типе метаморфоза особь в своем развитии проходит ряд последовательных стадий, резко отличающихся друг от друга по внешнему виду и образу жизни. Взрослые ручейники напоминают небольших ночных бабочек, а личинки живут исключительно в водной среде – на дне пресных водоемов, от чистых быстрых ручьев до заросших прудов. Личинки ручейников – любимый корм рыб. Чтобы защитить свое мягкое тело, ручейник строит чехлик (переносной домик) из всего, что попадает под руку: частиц песчаника, коры, веточек, мелких ракушек и т. п. Питаются личинки ручейников растительными остатками и маленькими водными беспозвоночными.

Стереомикроскопия. 15-кратное увеличение.

Фото Ф. Паре (Fabrice Parais), Канны, Франция.

9-я премия международного конкурса «2013 Olympus BioScapes Digital Imaging Competition».

www.OlympusBioScapes



Два веселых «брата-жука» (вверху) – нимфы клопа вида *Gonocerus acuteangulatus*, относящегося к семейству краевиков, или ромбовиков.

Клопы относятся к насекомым с неполным превращением, которые не проходят в своем развитии сложных морфологических превращений, как бабочки, стрекозы или те же комары. Внешне нимфы клопов представляют собой уменьшенные копии взрослых насекомых, разве что без развитых жестких надкрылий. Взрослые особи этого вида достигают в длину 11—14 мм. Размер этих крошек на фото – всего 3 мм, возраст – 2 часа.

Фото К. Вирца (Базель, Швейцария).

6-я премия международного конкурса «2013 Olympus BioScapes Digital Imaging Competition».

www.OlympusBioScapes

Иголки этих забавных «ежиков» представляют собой жесткие проволоки из оксида цинка с наноразмерными гофрированными поверхностными складками. Такие «колючие» шарики образуются в результате наращивания оксидного материала на поверхность полимерных микросфер.

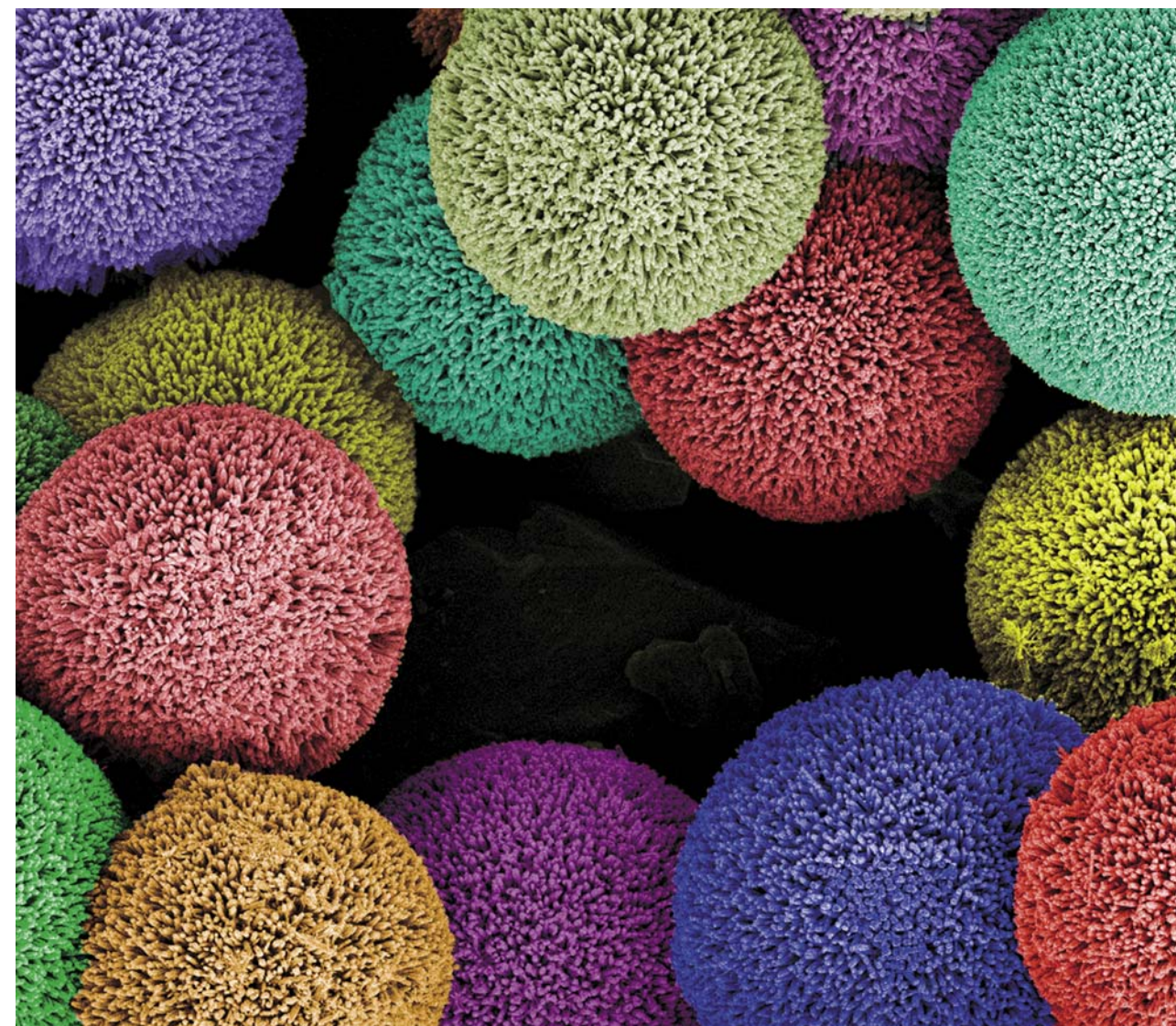
Сканирующая электронная микроскопия.
Фото J. H. Bahng (Мичиганский университет, Энн Арбор, США).

Победитель «Science as Art Competition» (весна, 2013 г.).

Фото предоставлено MRS (www.mrs.org)

«Бесконечная общность объемлет все...»

Американское Общество по изучению свойств материалов – Materials Research Society (MRS) было образовано еще в 1973 г. с целью консолидации ученых всего мира, занимающихся междисциплинарными исследованиями материалов и созданием технологий для улучшения качества жизни. Коммуникации между исследователями и популяризацией технических знаний способствует международный фотоконкурс «Наука как искусство» (Science as Art), который общество проводит дважды в год. В этом выпуске мы представляем победителей весеннего конкурса 2013 г. – уникальные фотографии технологических объектов наноразмерного диапазона, так напоминающие изображения фантастических пейзажей или необычных живых организмов



Изящная структура из пластинчатых кристаллов анилиновых олигомеров представляет собой тетраанилин «в полном расцвете». В результате изменения условий в ходе полимеризации наряду с широкими «листьями» и длинным «стеблем» получился кластер в форме «цветка».

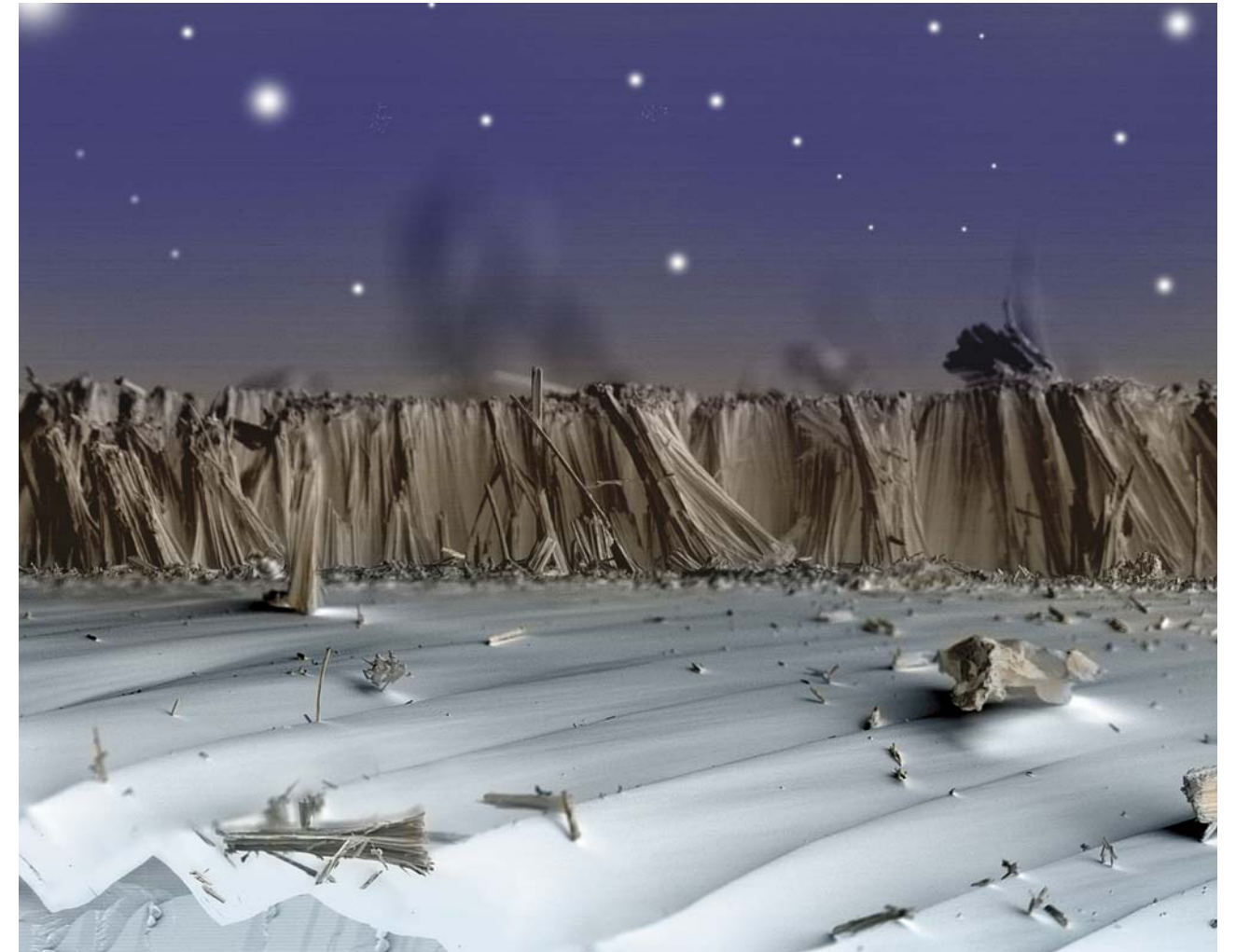
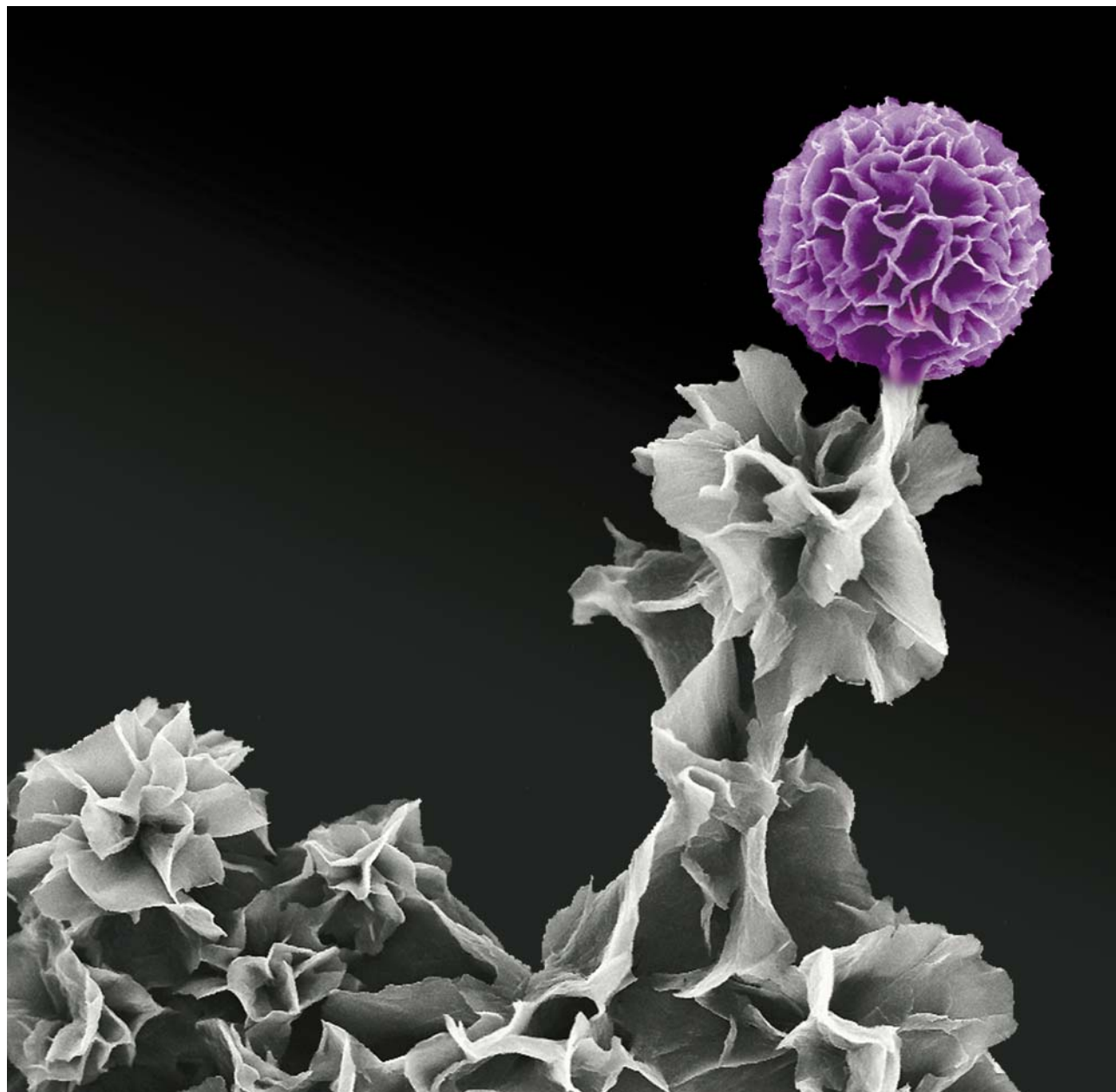
С научной точки зрения этот материал характеризуется большой удельной площадью поверхности и высокой электропроводностью, что делает его близким к идеалу для использования в органических суперконденсаторах и электронных датчиках.

Сканирующий электронный микроскоп.

Фото Y. Wang (Калифорнийский университет, Лос-Анжелес, США).

Победитель «Science as Art Competition» (весна, 2013 г.).

Фото предоставлено MRS (www.mrs.org)



Эту композицию из трех снимков массива карбонизированной кремниевой нанопроволоки, сделанных при различных фокусных расстояниях, авторы назвали «Ночью у моря один». Так называется одно из стихотворений Уолта Уитмена, в котором описана взаимосвязь всего сущего во Вселенной: «Ночью у моря один <...> думаю думаю о тайном ключе всех вселенных и будущего. Бесконечная общность объемлет все».

Снимки с самым ближним и самым дальним фокусным расстоянием были сделаны в обычном режиме, а со средним расстоянием – в «топографическом режиме», с дополнительным боковым освещением поверхности, чтобы запечатлеть рельеф кремниевых «дюн».

Сканирующий электронный микроскоп с использованием низковольтной системы визуализации *NovelX mySEM*.

Фото J. Alper (Калифорнийский университет, Беркли, США).

Победитель «Science as Art Competition» (весна, 2013 г.).

Фото предоставлено MRS (www.mrs.org)



Гидротермальным методом из оксида олова, легированного цинком, можно вырастить удивительные наночетвы, похожие на астры.
 Сканирующий электронный микроскоп.
 Фото М. Н. Kumar (Наньянский технологический университет, Сингапур).
 Победитель «Science as Art Competition» (весна, 2013 г.).
 Фото предоставлено MRS (www.mrs.org)



В причудливых фрактальных зарослях порхают удивительные бабочки...
 Такую идиллическую лесную картинку удалось получить под поляризованным светом благодаря двулучепреломлению в тонкой органической полупроводниковой пленке. Эта пленка состоит из двух кристаллических полиморфных структур, образовавшихся из материнской жидкокристаллической фазы: одна из них приняла форму фракталов, похожих на цветы; другая – метастабильный сферолит – форму порхающих бабочек.
 Сканирующий электронный микроскоп.
 Фото Y. Diao (Стэнфордский университет, Калифорния, США).
 Победитель «Science as Art Competition» (весна, 2013 г.).
 Фото предоставлено MRS (www.mrs.org)

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 нужное):

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"/>
№ 7 «Реактивные самолеты»	7 номеров	500 руб. <input type="checkbox"/>

Отдельные номера журнала на русском языке:

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"/>	80
№ 4 (10) <input type="checkbox"/>	№ 5 (11) <input type="checkbox"/>	№ 6 (12) <input type="checkbox"/>	
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"/>	90
№ 4 (16) <input type="checkbox"/>	№ 5 (17) <input type="checkbox"/>	№ 6 (18) <input type="checkbox"/>	
2006 № 1 (6) <input type="checkbox"/>	№ 2 (7) <input type="checkbox"/>	№ 3 (8) <input type="checkbox"/>	80
№ 4 (9) <input type="checkbox"/>	№ 5 (10) <input type="checkbox"/>	№ 6 (11) <input type="checkbox"/>	
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

Отдельные статьи в формате PDF можно заказать на сайте: www.sciencefirsthand.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

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

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

2. Ф. И. О. _____

3. Почтовый адрес: _____
Индекс _____

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

Тел./факс _____ E-mail _____

Копия квитанции об оплате от _____
прилагается (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

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

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,

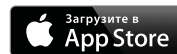
e-mail: zakaz@infolio-press.ru

Вы также можете оформить
подписку на нашем сайте:
www.sciencefirsthand.ru
www.sibsciencenews.org

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

Мобильная версия журнала:



Подписка на электронную версию журнала:

Пресса.py: www.pressa.ru

Научная электронная библиотека e-library:
www.e-library.ru

Подписка по каталогам:

Агентство «Урал-Пресс»
www.ural-press.ru

Подписка on-line:

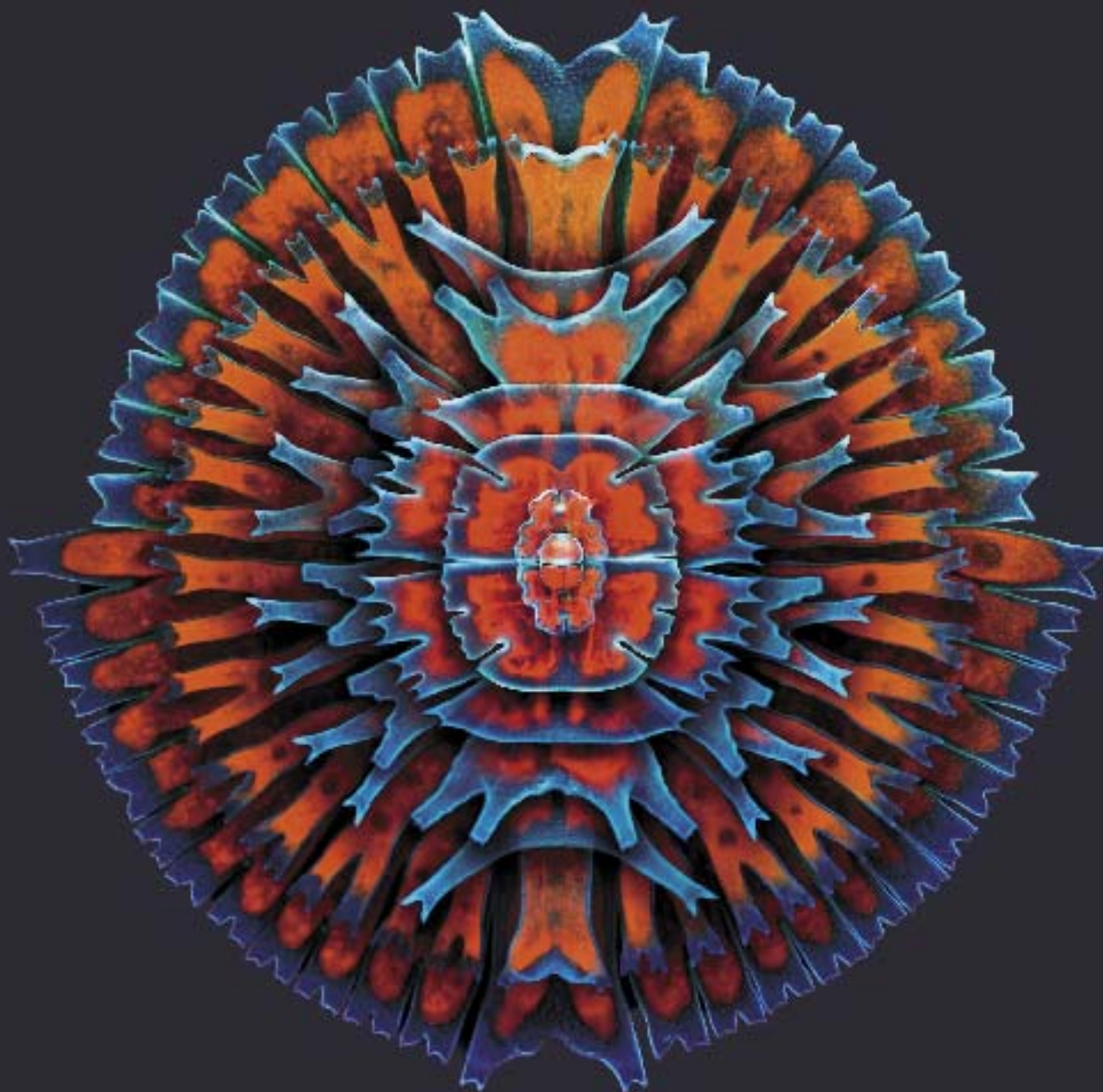
Агентство «Деловая пресса»: www.delpress.ru

Интернет магазин «PRESS cafe»:
www.presscafe.ru

МК-периодика: www.periodicals.ru

Информнаука: www.informnauka.com





Этот фантастический узор составлен из клеток семи видов одноклеточных пресноводных водорослей – десмидий, издавна привлекающих ученых и натуралистов удивительным разнообразием размеров, красотой и симметрией форм. Каждая водорослевая клетка состоит из двух симметричных, зеркально отображенных половинок; клетки разного размера, наложенные друг на друга в порядке возрастания размеров – от миниатюрной *Cosmarium* sp. до гиганта *Micrasterias rotata*, образуют красочную «розетку».

Конфокальная лазерная сканирующая микроскопия.

Фото И. Сивановича.

3-я премия международного конкурса «2013 Olympus BioScapes Digital Imaging Competition». www.OlympusBioScapes.com

ISSN 18-10-3960

