

Познавательный журнал для хороших людей

НАУКА

из первых рук

www.scfh.ru

4

4⁽⁷⁹⁾
● 2018



ПЦР-ДИАГНОСТИКА
ДЛЯ ПЕРСИКА
И СЛИВЫ

СИТИ-ФЕРМЕР –
ПРОФЕССИЯ
БУДУЩЕГО

АРХЕОЛОГИ –
НАРОД
БРОДЯЧИЙ

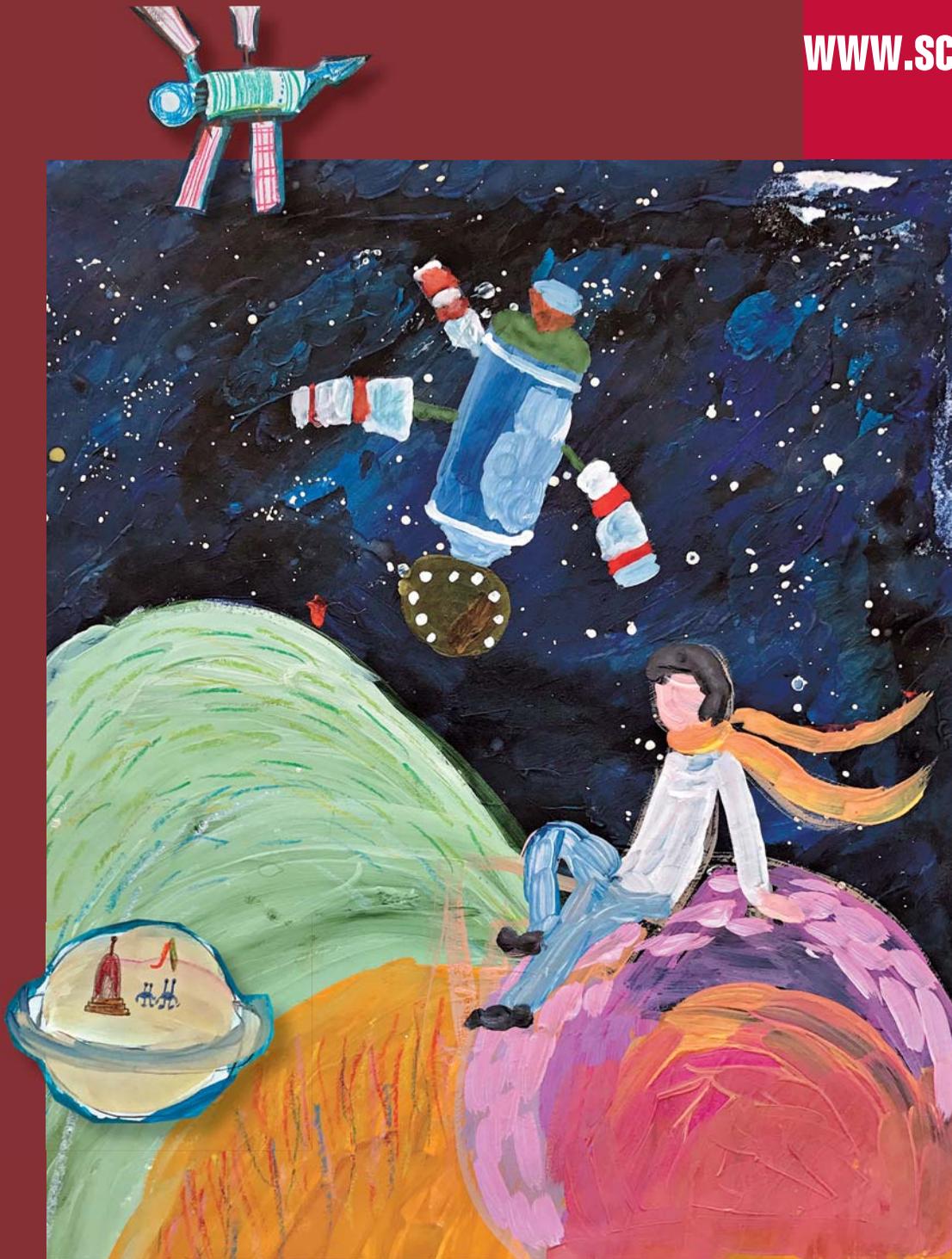
«ГОРОД И ПСЫ» –
КИТАЙСКИЙ
ВАРИАНТ

ИМ СВЕТАТ **3** ЗВЕЗДЫ

НАУКА ИЗ ПЕРВЫХ РУК

№ 4 (79) 2018





Так видят покорение космического пространства воспитанники гимназии № 11 (г. Балашиха), рисунки сделаны под руководством учителей по изобразительному искусству Т. А. Канунниковой и Б. П. Калинина. Источник: сайт госкорпорации «РОСКОСМОС», <https://www.roscosmos.ru>

На первой странице обложки: участники образовательной «проектной» смены программы «Большие вызовы». Фото предоставлено пресс-службой центра «Сириус»

4. 2018
научно-популярный журнал



НАУКА

из первых рук



В НОМЕРЕ:

Оператор всероссийского реестра одаренных детей образовательный центр «Сириус» (Сочи) за четыре года своего существования принял более 25 тыс. школьников

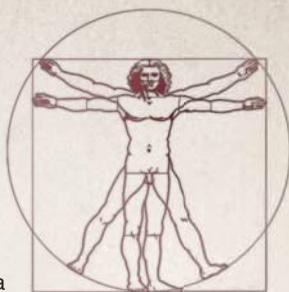
Благодаря анализу древней ДНК новосибирские палеогенетики проследили динамику миграций народов западносибирской лесостепи от верхнего палеолита до позднего средневековья

Городок Лэйчжоу на юге Китая «захватила» огромная армия каменных собак – их почитают как защитников от злых сил, чадоподателей и управителей погоды

Юные участники программы «Большие вызовы» центра «Сириус» обнаружили на черноморском побережье карантинный для России фитопатогенный грибок, поражающий фруктовые деревья



Познавательный журнал
для хороших людей



Редакционная коллегия

главный редактор
акад. *Н. Л. Добрецов*
заместитель главного редактора
акад. *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. Дервянко*
акад. *А. В. Латышев*
к. ф.-м. н. *Н. Г. Никулин*
акад. *В. Н. Пармон*
акад. *Н. П. Похиленко*
чл.-кор. *М. П. Федорук*
акад. *М. И. Эпов*

Редакционный совет

акад. *Л. И. Афтанас*
акад. *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*

Над номером работали

к. б. н. *Л. Овчинникова*
Л. Панфилова
к. б. н. *М. Перепечаева*
Т. Морозова
А. Харкевич
к. ф. н. *Е. Игнатова*
А. Мистрюков

«Естественное желание хороших
людей – добывать знание»

Леонардо да Винчи

Периодический научно-популярный журнал

Издается с января 2004 года

Периодичность: 6 номеров в год

Учредители:

Сибирское отделение Российской
академии наук (СО РАН)

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

Институт археологии и этнографии
СО РАН

Лимнологический институт СО РАН

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

Институт химической биологии
и фундаментальной медицины СО РАН

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

ООО «ИНФОЛИО»

Издатель: ООО «ИНФОЛИО»

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

www.scfh.ru

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

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

ISSN 1810-3960

Тираж 1 000 экз.

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

Дата выхода в свет 06.10.2018

Свободная цена

Перепечатка материалов только
с письменного разрешения редакции

© Сибирское отделение РАН, 2018

© ООО «ИНФОЛИО», 2018

© Институт физики полупроводников
им. А. В. Ржанова СО РАН, 2018

© Институт археологии и этнографии
СО РАН, 2018

© Лимнологический институт СО РАН,
2018

© Институт геологии и минералогии
им. В. С. Соболева СО РАН, 2018

© Институт химической биологии
и фундаментальной медицины
СО РАН, 2018

© Институт нефтегазовой геологии
и геофизики им. А. А. Трофимука
СО РАН, 2018

Дорогие друзья!

Сегодня наука оказывает беспрецедентное влияние на жизнь общества и отдельного человека. Все, что окружает нас, все блага цивилизации – все это осязаемые практические приложения фундаментальных научных знаний. С другой стороны, отношения между учеными и обществом, пожалуй, никогда еще не достигали такой остроты. Поток информации, обрушивающийся на людей, непрерывно растет, а из-за усиливающейся специализации внутри самой науки и даже отдельных дисциплин она зачастую непонятна даже специалистам, не говоря уже о людях, далеких от науки.

Несмотря на растущее непонимание общества, науке, как и высокотехнологичному производству, нужен постоянный приток одаренной молодежи, что напрямую зависит от ее популярности в обществе. Кстати сказать, это хорошо понимали в советское время. Так, к середине 1980-х гг. научно-популярная литература (включая 46 научно-популярных журналов) составляла более трети всей печатной продукции СССР, в эфир выходило множество научно-популярных теле- и радиопередач. И это давало свои результаты: за период 1930–1980 гг. число ученых в СССР удваивалось каждые 6–7 лет, достигнув к концу периода 4 % от всех занятых в народном хозяйстве.

Начатая в стране в конце 1980-х гг. перестройка государственной системы отразилась глубоким кризисом и в сфере научной популяризации, последствия которого дают о себе знать до сих пор, несмотря на видимый прогресс в этой области за последние годы. В своем выступлении во время вручения IV Всероссийской премии «За верность науке» в феврале 2018 г. президент РАН академик А. М. Сергеев отметил: «...Пришли другие времена, и теперь слава тем людям, которые по зову своей совести и интеллекта занимаются популяризацией науки, не рассчитывая на государственную поддержку».

Кажется, в отечественной просветительской деятельности действительно пришли другие времена: в отношении государства к популяризации науки ожидают большие перемены. На заседании Президиума РАН, состоявшемся 18 сентября 2018 г., прошло обсуждение принятых 19 июля того же года поправок в статью 6 федерального закона «О Российской академии наук», согласно которым РАН становится на государственном уровне главным координирующим и направляющим центром деятельности по распространению научных знаний, повышению престижа науки и популяризации достижений науки и техники. Другими словами, популяризация науки не только законодательно признана одной из основных целей деятельности РАН, но и, по сути, становится ее государственным заданием.

Среди первых шагов, запланированных РАН в этом направлении, – создание научно-популярного интернет-портала РАН, аккумулирующего достижения отечественных исследовательских организаций, а также



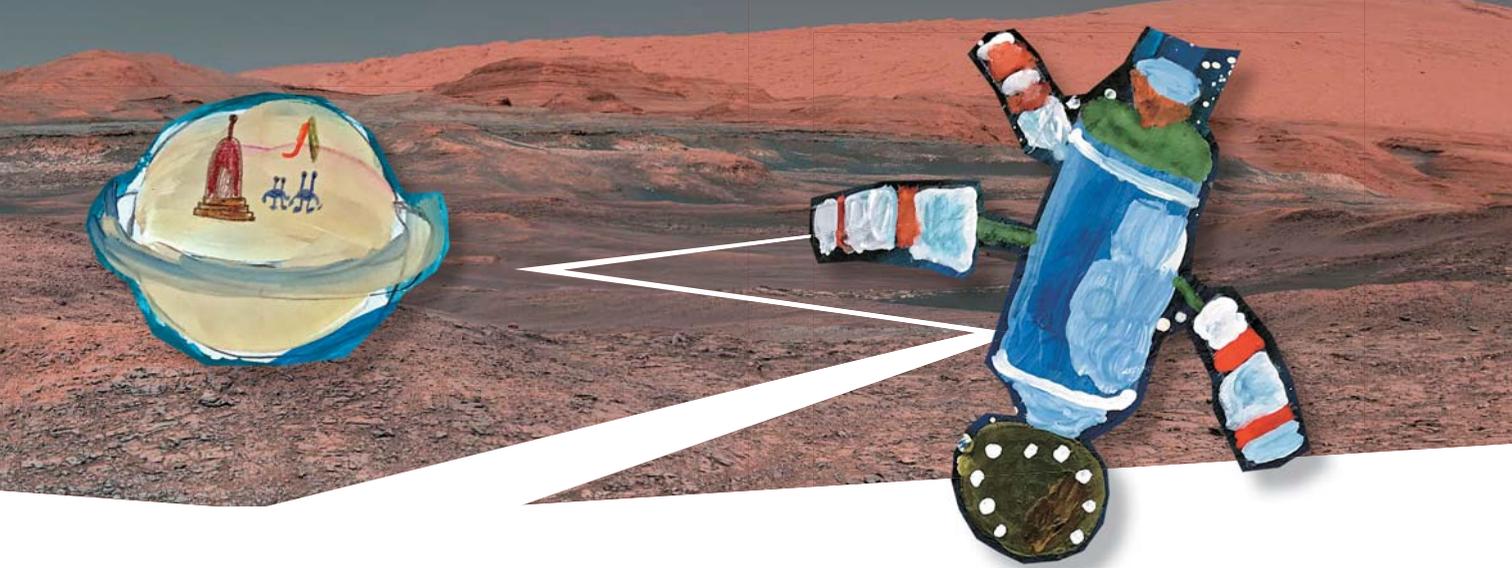
поддержка и развитие научно-популярных журналов РАН с привлечением ведущих популяризаторов науки и использованием современных форм подачи материалов.

Важное место в просветительской деятельности отводится проектам, способствующим вовлечению школьников в научно-исследовательскую деятельность. Наглядным примером служит научно-технологическая программа «Большие вызовы» в образовательном юношеском центре «Сириус» (Сочи), который называют оператором государственного реестра одаренных детей. В новом выпуске журнала мы рассказываем о школьниках, которые под руководством ученых-наставников из новосибирского Академгородка не только получают теоретические знания, но и самостоятельно решают реальные практические задачи с использованием современных высокотехнологических методов, таких как ПЩР и жидкостная хроматография.

Роль учителя в развитии творческого потенциала, формировании стиля мышления молодого человека трудно переоценить, особенно если этот наставник – действующий, увлеченный ученый. Подтверждением этому служат и материалы, посвященные юбилею постоянного автора и давнего друга нашего журнала – выдающегося археолога и историка, академика В. И. Молодина. В новый выпуск вошли статьи учеников и коллег «Шефа», который не только делил с ними все радости и тяготы экспедиционной жизни, но и буквально заразил их своей увлеченностью археологией в самом широком ее проявлении.

...Знаете ли вы, что и сегодня чуть ли не треть населения России считают, что Солнце вращается вокруг Земли? Это не шутка, а результаты анкетирования, проведенного Всероссийским центром изучения общественного мнения в 2011 г. в 138 населенных пунктах РФ. Если все предложения по популяризации науки начнут претворяться в жизнь при поддержке государства, то есть надежда, что таких людей станет меньше, а человеческий капитал России – основной фактор развития инновационной экономики и цивилизованного общества – будет приумножен.

Академик Н. Л. Добрецов,
главный редактор



В 2016 г. в центре «СИРИУС» заработала научно-технологическая программа «БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ»: школьники выполняют реальные **ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ** проекты под руководством действующих **УЧЕНЫХ**. С. 6

ШКОЛЬНИКИ освоили метод **ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ** в рамках программы «Большие вызовы», чтобы определить перспективность новых сортов краснодарского чая. С. 16

.01

НАУКА И ОБЩЕСТВО

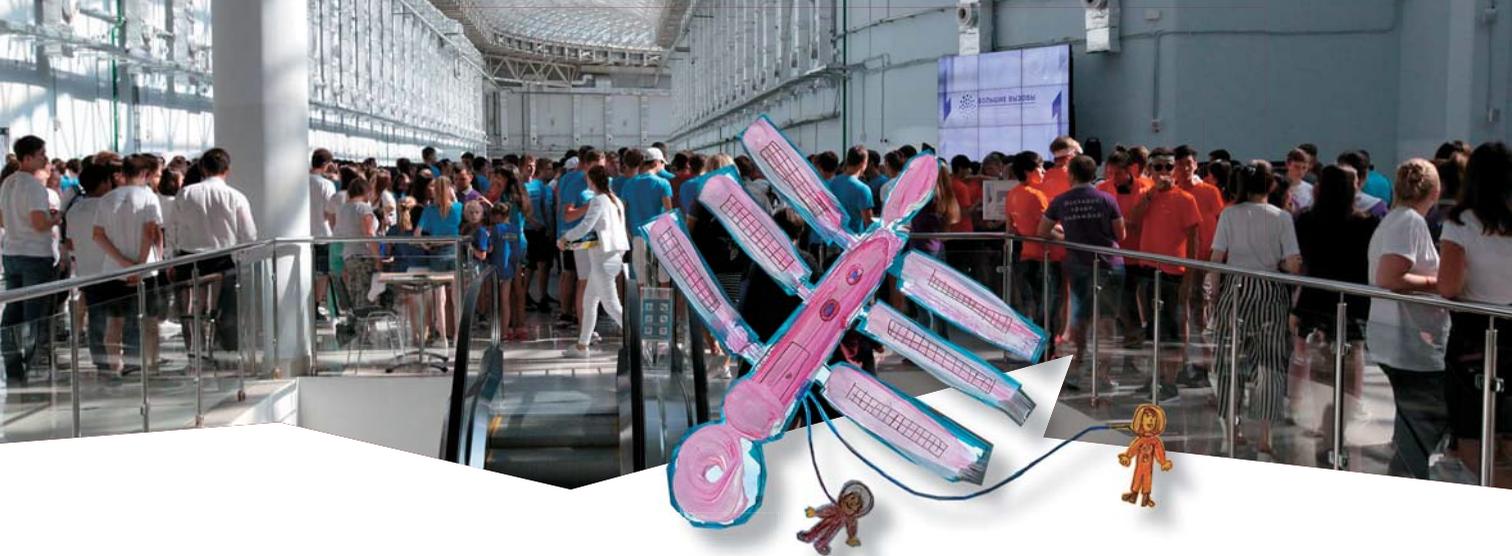
- 06 **В.В. Власов, С.Е. Седых**
Им светят звезды.
«Большие вызовы»-2018 на «Сириусе»
- 16 **А.И. Астанин, С.Е. Седых**
Краснодарский чай – время перемен?
- 24 **Н.В. Смирнова, А.В. Лысковский**
Сити-фермер – профессия будущего
- 33 **Е.Н. Воронина, М.Ю. Карташов**
ПЦР-диагностика для персика и сливы

.02

СУДЬБЫ

- 40 Археологи – народ бродячий
- 42 **А.И. Соловьев**
Новосибирский – Илимский –
Западно-Сибирский





На июльской проектной смене в «СИРИУСЕ» школьники выбрали оптимальные условия для выращивания **МИКРОЗЕЛЕНИ** в «**УМНЫХ**» ТЕПЛИЦАХ. С. 24

История **ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ОТРЯДА** началась в 1974 г. с раскопок старого Илимского острога, попавшего в зону затопления будущей Усть-Илимской ГЭС. С. 42

Из **СЕМИ ТЫСЯЧ СПУТНИКОВ** на околоземной орбите только пятая часть **РАБОТАЕТ**: все остальное — «**КОСМИЧЕСКИЙ МУСОР**» С. 86

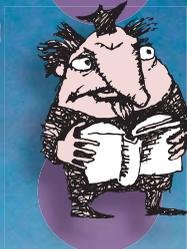
- 60 **А. С. Пилипенко**
«Раскопки» в чистой зоне, или Палеогенетика в новосибирском Академгородке
- 72 **С. А. Комиссаров, М. А. Кудинова**
«Город и псы» (*La ciudad y los perros*): китайский вариант

.03

ФАКУЛЬТЕТ

- 86 **Д. Б. Эпштейн**
«Железяки в космосе»







ИМ СВЕТАТ ЗВЕЗДЫ



«БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ»-2018 НА «СИРИУСЕ»

Если сравнивать детей с цветами, то одаренные дети – это цветы экзотические, требующие к себе особого внимания. Это только говорится, что талант всегда пробьет себе дорогу, но сколько потенциальных Кулибиных и Ломоносовых так и остались в неизвестности? Даже настоящему таланту, чтобы расцвести, нужны благоприятные условия, в первую очередь, активная творческая среда и умелые, мудрые наставники. Помочь одаренным детям найти себя, развить свои способности – эти вопросы должны волновать не только семью и школу, но и государство. Ведь, как говорила английский премьер-министр Маргарет Тэтчер, «богатство страны не обязательно строится на собственных природных ресурсах, оно достижимо даже при их полном отсутствии. Самым главным ресурсом является человек. Государству лишь нужно создать основу для расцвета таланта людей»

7

Еще полвека назад трудно было представить, что наука способна развиваться настолько стремительно, как сегодня. Так, за последние 20–30 лет исследования в области молекулярной биологии и геномной инженерии перевернули наши представления о технологиях создания лекарственных средств, методах медицинской диагностики, способах получения новых сортов растений и пород животных и т. п.

Неудивительно, что системе образования трудно угнаться за ходом событий. Традиционная средняя школа не справляется с задачей ознакомления молодого поколения с современными методами научного поиска – в нынешней ситуации нельзя надеяться, что будущие ученые и инженеры получат в школьных стенах багаж необходимых знаний. В том числе и поэтому многим из сегодняшних выпускников не под силу выдержать образовательные программы ведущих вузов. С другой стороны, есть одаренные дети, склонные к занятиям наукой, которые опережают школьную программу и которым нужно помочь развить свои способности.

Одно из решений проблемы – создание специальных школ для талантливых ребят. К примеру, крупные советские вузы, начиная с середины прошлого века, создавали вечерние, а затем и заочные школы, где подростки занимались экспериментальной работой и получали дополнительное «неформальное» образование с помощью профессоров, аспирантов и студентов. В начале 1960-х гг. в СССР организовали систему физико-математических интернатов и специализированных школ при университетах Москвы, Ленинграда и Новосибирска, которые продолжают работать. Аналогичные школы функционируют и при ведущих образовательных учреждениях в странах Европы и в США.



ВЛАСОВ Валентин Викторович – академик РАН, научный руководитель Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск), заведующий кафедрой молекулярной биологии и биотехнологии Новосибирского государственного университета. Лауреат Государственной премии РФ (1999). Автор и соавтор более 500 научных работ и 30 патентов



СЕДУХ Сергей Евгеньевич – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории ферментов репарации Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск) и лаборатории защитно-репарационных систем Новосибирского государственного университета. Автор и соавтор 20 научных работ



В. В. ВЛАСОВ, С. Е. СЕДУХ

Сириус – это имя не только самой яркой звезды нашего ночного неба, но и образовательного юношеского центра, созданного в конце 2014 г. на базе олимпийской инфраструктуры в г. Сочи по инициативе президента РФ В. В. Путина. Цель «Сириуса» – раннее выявление и обучение детей, проявивших выдающиеся способности в области науки, искусства и спорта

© В. В. Власов, С. Е. Седух, 2018



Ключевые слова: образовательный центр «Сириус», программа «Большие вызовы», биотехнология, СО РАН.
Key words: «Sirius» educational center, «Big challenges» program, biotechnology, SB RAS



Образовательный центр «Сириус» открыт круглый год, ежемесячно принимая около 800 школьников со всех концов России. Ребята живут в современной гостинице на берегу Черного моря, рядом с которой достраивается здание школы. В распоряжении участников программы – библиотека, открытый и закрытый бассейны. В Парке науки и искусства, расположенном в здании бывшего олимпийского медиацентра, организованы студии живописи, балетные классы, научные лаборатории и лекционные залы



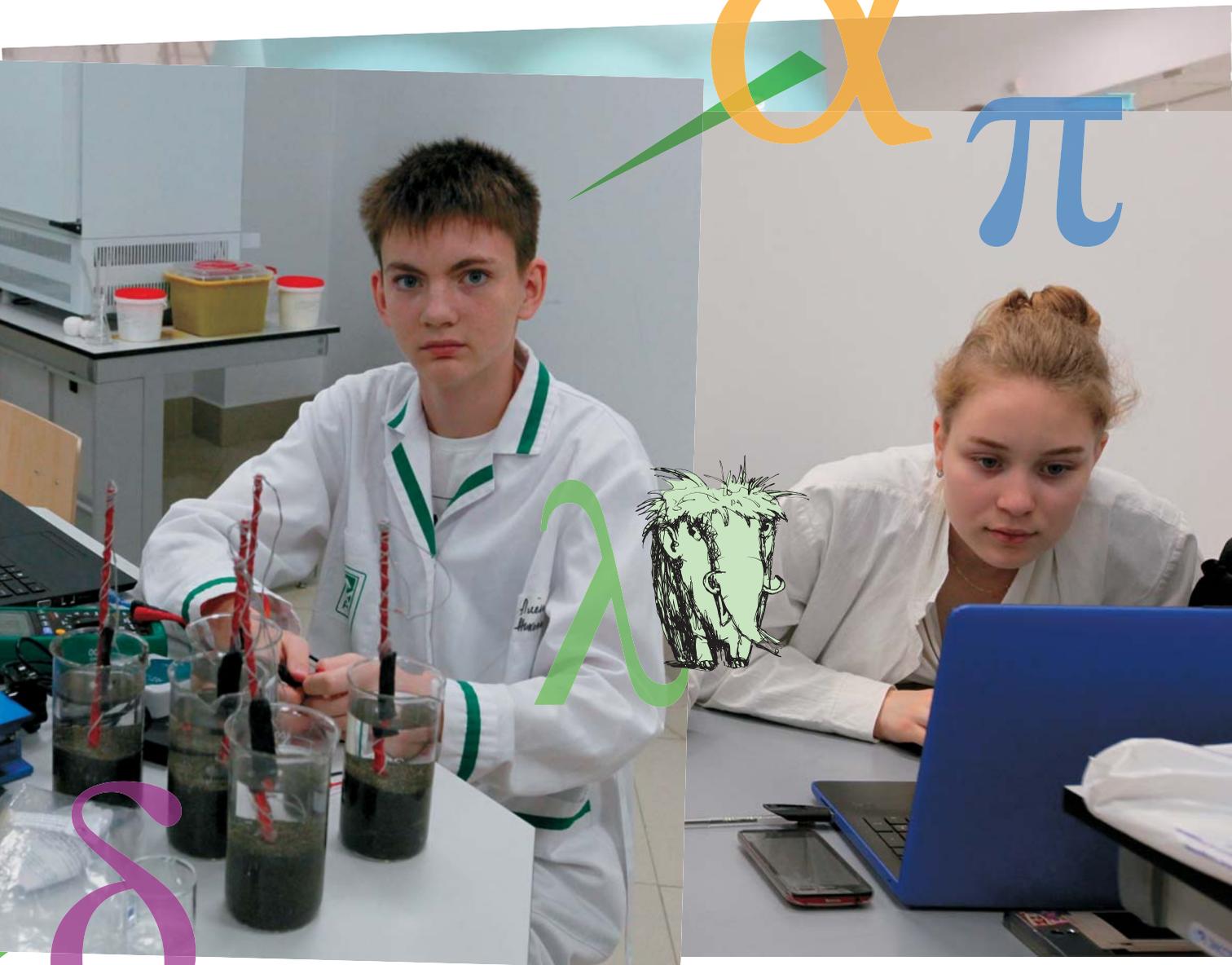


Помимо знаменитой ФМШ (ныне СУНЦ НГУ), организованной академиком М. А. Лаврентьевым в 1963 г., в новосибирском Академгородке были созданы другие тематические учреждения дополнительного образования, где школьники могли приобретать конкретные исследовательские навыки. Сегодня здесь работают и КЮТ – Клуб юных техников СО РАН, организованный при Институте гидродинамики в 1964 г., и созданная в 1966 г. по инициативе академика А. А. Трофимука Станция юных натуралистов, позже включенная в состав Института цитологии и генетики СО РАН как лаборатория экологического воспитания.

В 1987 г. в р. п. Кольцово (Новосибирской обл.) при НПО «Вектор» был создан клуб юных техников, который с течением времени превратился в Центр образования и творчества «Созвездие» при Биотехнопарке Кольцово. Этот центр дополнительного образования в области биологии, экологии, сити-фермерства и робототехники сегодня неофициально называют детским биотехнопарком. А в Технопарке новосибирского Академгородка заработал Региональный ресурсный центр «Детский технопарк», направленный в том числе на формирование кадрового ресурса для науки и высокотехнологичной промышленности

Еще одной особенностью современной мировой науки, помимо небывалой скорости накопления новых знаний, является ее нацеленность на практический результат, на быстрое внедрение новых наукоемких продуктов и производственных технологий. Для системы образования эта тенденция также служит серьезной проблемой, ведь исторически наша школа никогда не ориентировала детей на предпринимательскую инновационную деятельность. С 2010 г. в новосибирском Академпарке работает бизнес-инкубатор А: СТАРТ, одна из лучших акселерационных программ в стране, участники которой получают конкретные знания о том, как развивать инновационные проекты, создавать бизнес-план, работать с экспертами, взаимодействовать с инвесторами и т. д. В программе участвуют как предприниматели, так и молодые ученые и разработчики, студенты и аспиранты, но, что касается школьников, пока это редкость.

Вывод прост: всех наших специальных образовательных организаций и программ катастрофически не хватает для «правильного» воспитания новых поколений ученых и предпринимателей.



Во время «Больших вызовов» школьники работают по очень интенсивной программе, но, в отличие от аспирантов и студентов, они не засиживаются по вечерам в лаборатории – режим и правила общежития в «Сириусе» предельно строгие. К тому же день участника программы расписан до минуты: помимо работы по проекту, школьники участвуют в экскурсиях, посещают лекции по самым перспективным научным направлениям. И, конечно, так как «Сириус» находится в курортном Сочи, они могут искупаться и позагорать на пляже

Сириус стал ярче

Образовательный центр «Сириус» в г. Сочи с самого начала ориентировали на талантливых детей, занимающихся наукой, спортом и творчеством, а в 2016 г. здесь впервые заработала образовательная программа «Большие вызовы», направленная на практическую, проектную деятельность.

В «Сириусе» появились хорошо оснащенные научно-исследовательские лаборатории и полигоны, центры коллективного пользования. Так, оборудованию лаборатории биохакинга, где занимаются решением задач в области биологии и экологии, могут позавидовать лаборатории многих НИИ и вузов: здесь есть не только вся необходимая приборная база (ДНК-амплификатор в «реальном времени», проточный цитофлуориметр,



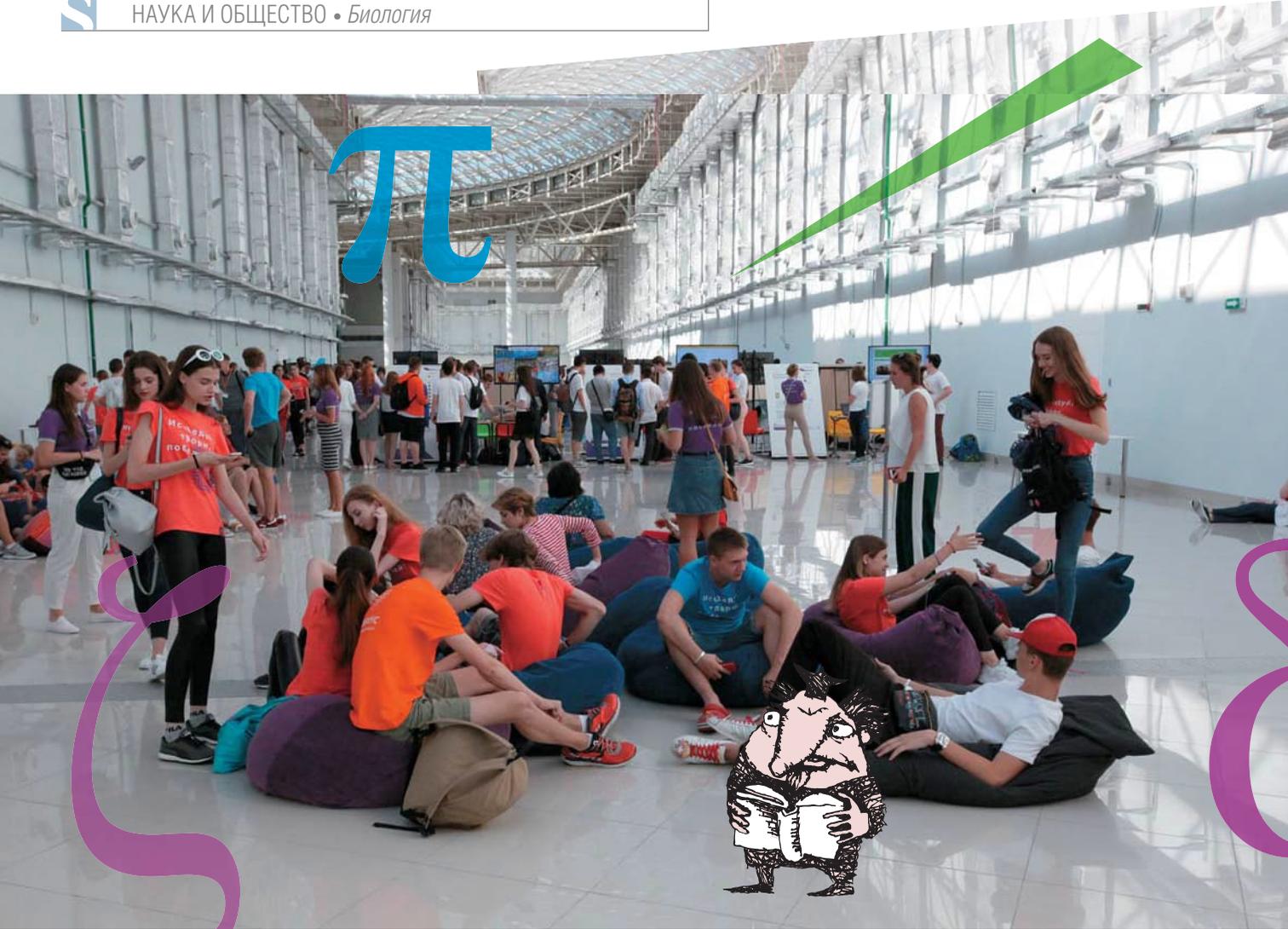
спектрофотометры и т.п.), но и специально оборудованные помещения для работы с культурами клеток, включая культуры бактерий и грибов, выделения ДНК, тонкого химического анализа. Для организации исследований в лабораториях приглашают ведущих российских ученых. К примеру, в 2018 г. в «Сириусе» был создан Центр генетики и наук о жизни под руководством известного генетика д.б.н. Е. И. Рогаева из Института общей генетики РАН (Москва).

Главная задача образовательной проектной программы центра – охватить как можно больше школьников со склонностью к занятиям наукой, дать им возможность пройти интенсивный курс обучения принципам организации научного исследования и научным методам решения практических задач. Новизна этого подхода в том, что задачи должны быть реальными, а решать

их школьники должны самостоятельно, хотя и под руководством ученых-наставников.

В образовательные и «проектные» смены «Сириуса» попадают самые активные и мотивированные дети, которые отбираются на основе их личных достижений (участия в олимпиадах и конференциях, публикаций) и оценки проектов, которые они выполняли в рамках дополнительного образования. Ежегодно проводится несколько проектных смен, в которых участвуют сотни школьников из всех российских регионов.

Самая масштабная проектная смена посвящена научно-технологической программе «Большие вызовы». Работа по этой программе начинается с того, что ученые формулируют задачи, представляющие интерес для конкретной области науки и(или) высокотехнологичных компаний. Для решения каждой задачи формируется



отдельная группа, участники которой вникают в суть проекта, составляют план работы, а затем представляют проект экспертам и другим участникам смены.

Затем в течение 24 дней участники проектной смены с помощью наставников осваивают нужные методы, получают теоретические знания и навыки практической работы в лаборатории. При этом наставники только дают советы и рекомендации, но сами в работе не участвуют. Промежуточные результаты обсуждаются на семинарах. Таким образом в процессе работы школьники учатся выступать перед аудиторией, делать научные презентации и постеры, готовить научные публикации.

«Исследуй, твори, побеждай»

Успех реализации проектов «Больших вызовов» во многом определяется качеством самих проектов, т. е. работой научных сотрудников, которые предварительно прорабатывают все детали, а впоследствии курируют работу школьников в качестве наставников. Подготовить такой проект – непростое дело, так как

он, во-первых, должен быть направлен на получение действительно важного практического результата. Во-вторых, он должен быть выполнен за очень короткий срок, большая часть которого обычно уходит на освоение методик.

Тематический спектр проектов, в которых могут участвовать школьники в рамках «Больших вызовов», чрезвычайно широк: от нано- и космических технологий до когнитивных исследований и освоения Арктики. В 2018 г. сотрудники Сибирского отделения РАН подготовили три проекта по направлению «Агропромышленные и биотехнологии» (научный руководитель направления – академик В. В. Власов из Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН). Направлены они на решение актуальных задач: разработку системы ДНК-анализа грибковых инфекций плодовых культур, анализ количества антиоксидантов и содержания кофеина в новых сортах краснодарского чая, определение оптимальных условий выращивания микрорзелени для здорового питания в «умных» теплицах.

α



Все эти проекты были успешно выполнены. Заключительным аккордом работы стала защита проекта – сначала в форме конференций с участием строгих рецензентов, а затем во время «ярмарки проектов» в просторных коридорах Парка науки и искусства, где экспонировались подготовленные ребятами постеры. Результаты научно-исследовательской работы школьников привлекли внимание сотен посетителей, среди которых были и участники других образовательных программ «Сириуса»: юные спортсмены, художники, музыканты, балерины и их наставники.

Результаты реализации в 2018 г. биотехнологических проектов в рамках «Больших вызовов», которые были подготовлены учеными СО РАН и выполнялись под их руководством, превзошли все ожидания. Они показали, что в хороших условиях даже школьники могут за очень короткий срок выполнить большой объем научно-исследовательских работ и получить оригинальные научные данные (в одном случае результаты проекта будут запатентованы).

Кроме того, по каждому из этих проектов будет подготовлена статья для публикации в научных журналах.

В этом выпуске журнала «НАУКА из первых рук» руководители проектов – ученые из институтов Сибирского отделения РАН и ГНЦ ВБ «Вектор» – расскажут о целях и ходе выполнения этих работ и подведут итоги.

Литература

Волова Т. Г. Биотехнология. Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999. 252 с.

Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение: Пер. с англ. М.: Мир, 2002. 589 с.

Образовательный центр в Сочи назвали по имени самой яркой звезды // Учительская газета, 2 сентября 2015 г. <http://www.ug.ru/article/854>

Редакция благодарит академика В. В. Власова и пресс-службу центра «Сириус» за любезно предоставленные фотографии



Краснодарский край является единственным регионом нашей страны, где возделывается «китайская камелия», более известная как чай. До 2012 г., когда в Великобритании были собраны первые тонны чайного листа, это был и самый северный в мире регион, где чай выращивался в промышленных масштабах. Истории краснодарской чаеводческой отрасли более ста лет, однако сегодня она переживает не лучшие времена. В 2018 г. в рамках научно-технологической программы «Большие вызовы» в образовательном центре «Сириус» школьникам предложили с помощью современных методов тонкого химического анализа оценить перспективность новых сортов чая, которые можно использовать для возрождения старых малоурожайных плантаций

Краснодарский чай — ВРЕМЯ ПЕРЕМЕН?



Вырастить чай в Краснодарском крае впервые пытались в конце XIX в., однако экземпляры, завезенные из Сухумского ботанического сада и Китая, не выдержали суровую зиму. В 1901 г. Иуда Кошман заложил в с. Солох-Ауле, в 30 км от Сочи, чайную плантацию, существующую до сих пор, и спустя 22 года получил на сельскохозяйственной выставке в Москве золотую медаль «За самый северный в мире чай» (Дараселия, 1989).

Массовые посадки чая в Краснодарском крае начались в середине 1930-х гг., однако большая часть этих плантаций погибла во время Великой Отечественной войны. Самые крупные и успешные промышленные плантации были заложены в послевоенные годы: к началу 1960 г. площадь, занятая чайными кустами, достигла 2,7 тыс. га. Работать с относительно новой сельскохозяйственной культурой было непросто, в том числе из-за экстремальных почвенно-климатических условий. Тем не менее благодаря усилиям ученых и агрономов чаеводство в Краснодарском крае стало высокопродуктивным: урожайность достигла 50 ц/га, валовые сборы зеленого чайного листа – более 7 тыс. т, а объем готовой продукции – 2 тыс. т (Туов, Добежина, 2016).

Перестройка, начавшаяся в стране в 1980-х гг., привела к катастрофическому спаду производства: к 2001 г. отрасль стала убыточной, а площади, с которых собирался чай, уменьшились вдвое. Сегодня урожайность чайного листа в Краснодарском крае значительно ниже по сравнению не только с Индией, Китаем и Шри-Ланкой, но и бывшим СССР и соседней Грузией с близкими климатическими условиями.

РОССИЯ – «ЧАЙНАЯ СТРАНА»

Россия познакомилась с этим «заморским напитком» еще в середине XVII в.: сушеные чайные листочки сначала продавали только в аптеках и использовали для лечения простуды. Но за последующие два столетия чай прочно вошел в быт российского дворянства, а затем превратился в национальный «народный» напиток.

В начале XX в. Российская империя ежегодно импортировала около 48 тыс. тонн байхового и кирпичного чая, что в три раза меньше современного объема чайного импорта (Дараселия и др., 1989). Быстрый рост объемов ввозимого чая привел к идее организовать собственное производство в российских субтропиках – на Черноморском побережье. И хотя попытки создать чайное хозяйство в Крыму и в Грузии в первой половине XIX в. успеха не имели, уже на знаменитой Всемирной выставке в Париже в 1900 г. промышленный чай, произведенный в Западной Грузии, получил Большую золотую медаль!

Примечательно, что усилия отечественных ученых, агрономов и частных организаторов чайного производства не находили отклика у правительства и даже тормозились. Дело было в пошлине, которая уже в 1898 г. составляла свыше 30 млн полновесных «царских» рублей и с каждым годом росла (Клинген, 1917)

Ключевые слова: чайное растение, чай, Краснодарский край, кофеин, антиоксиданты, катехины, высокоэффективная жидкостная хроматография, программа «Большие вызовы», образовательный центр «Сириус».

Key words: tea plant, tea, tea growing, Krasnodar region, caffeine, antioxidants, catechins, high-performance liquid chromatography, «Big challenges» program, «Sirius» educational center

© А. И. Астанин, С. Е. Седых, 2018



АСТАНИН Антон Игоревич – инженер лаборатории инвазивных медицинских технологий Центра новых медицинских технологий Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск), химик-эксперт ЗАО Институт хроматографии «ЭкоНова» (Новосибирск) и Научно-образовательного центра НГУ «Хроматография». Автор и соавтор 7 научных статей и 2 патентов



СЕДЫХ Сергей Евгеньевич – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории ферментов репарации Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск) и лаборатории защитно-репарационных систем Новосибирского государственного университета. Автор и соавтор 20 научных работ

Причин этому много. На большинстве плантаций в течение ряда лет не проводились обязательные ежегодные подрезки, внесение удобрений, полив, очистка от сорной растительности; из-за уничтожения маточных питомников не высаживались новые саженцы. Из 1.2 тыс. га, на которых сегодня растет чай, реально эксплуатируется не более трети, еще треть требует значительной реконструкции, а на остальной территории плантации нужно засаживать чай заново.

Одна из серьезных проблем связана с возрастом чайного куста. Растение чая долговечно и может жить до 100 лет, но наибольший урожай дает в первые 40–50 лет. Возраст же большинства чайных кустов на краснодарских плантациях перевалил за этот рубеж.

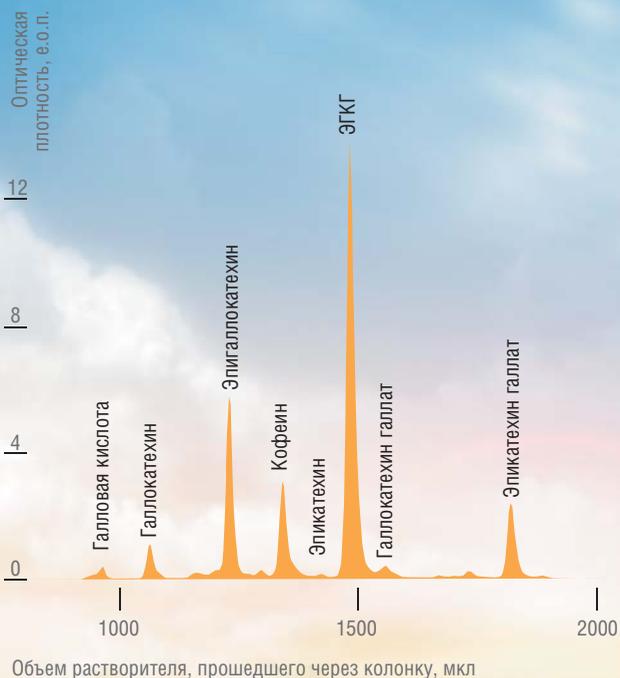
К тому же плантации устарели не только физически, но и «морально», так как были в свое время заложены несортными семенами. Исходным материалом для закладки первых чайных плантаций Краснодарского края послужили семена около ста сортов и разновидностей чая, которые были привезены на рубеже 1930-х гг. из многочисленных экспедиций в чаепроизводящие страны мира. Лучше всего к условиям местных влажных субтропиков удалось приспособиться китайскому чаю, а также многочисленным индокитайским гибридам.

В те годы на промышленных плантациях чая были отобраны лучшие гибридные сеянцы, которые вместе с саженцами сортов грузинской селекции использовались для закладки основных плантаций. Эти чайные кусты, к настоящему времени достигшие «преклонного возраста», до сих пор составляют основу местных чайных хозяйств. Однако даже в свои лучшие годы они не могли бы конкурировать с высокоурожайными, хорошо адаптированными к условиям краснодарского высокогорья сортами, которые были выведены в результате многолетней селекции, в первую очередь, сотрудниками сочинского Всероссийского научно-исследовательского института цветоводства и субтропических культур (Гвасалия, 2016).

Среди актуальных задач, которые нужно решить для подъема российской чаеводческой отрасли, – массовая перезакладка чайных плантаций с заменой старых низкоурожайных чайных кустов молодыми саженцами лучших селекционных сортов.

Лидер – краснодарский «Чемпион»

Одна из целей тематического проекта «Высокоэффективная жидкостная хроматография», разработанного сотрудниками ИХБФМ СО РАН и Института хроматографии «Эконова» для июльской смены «Больших вызовов», – выявление наиболее перспективных для выращивания на Краснодарском высокогорье сортов чая на основе оценки качества настоя чайного листа,

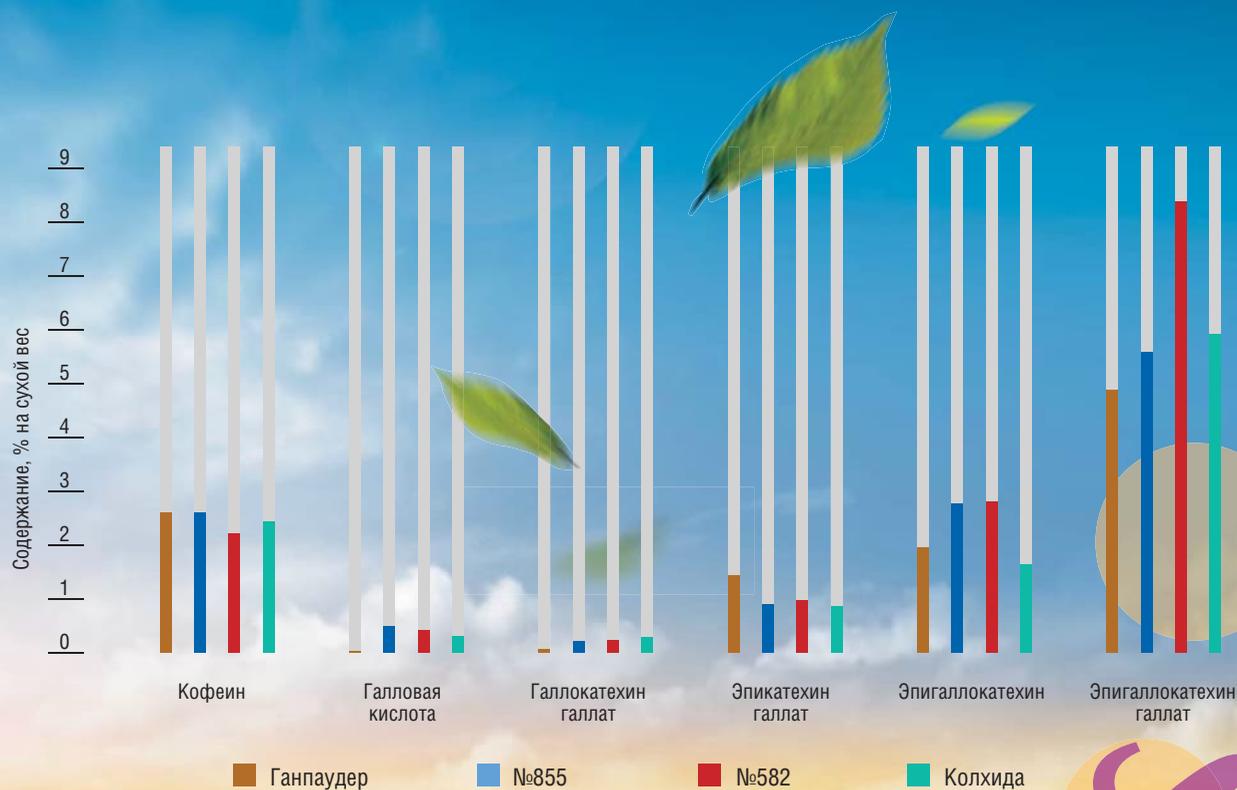


Профиль хроматографии стандартных образцов кофеина и катехинов чайного листа. В работе использовался хроматограф Милихром А-02 – «правнук» первого уникального микроспектрофотометра, созданного в СО АН СССР в начале 1970-х гг.

сделанных с использованием современного метода химического анализа.

Жидкостная хроматография, как это видно из названия, использует в качестве подвижной фазы жидкость и является одним из самых эффективных и популярных методов разделения сложных смесей веществ. Как известно, экстракт чая представляет собой смесь из многих органических соединений: танинов, кофеина, теofilлина и др. Чтобы количественно оценить содержание любого из этих веществ, смесь нужно разделить на компоненты, что и происходит на заполненной сорбентом хроматографической колонке. В современных приборах используют сорбент с очень маленьким (до 5 мкм) размером частиц, что позволяет значительно ускорить процесс разделения смеси, поэтому такая хроматография называется *высокоэффективной*.

В ходе анализа через колонку с образцом пропускают растворитель, который смывает с нее компоненты



смеси – одни раньше, другие позже. Детектор, расположенный после колонки, «опознает» вещество по его поглощению в ультрафиолетовом диапазоне и определяет его концентрацию.

В качестве наиболее важных биологически активных веществ чайного листа были выбраны кофеин и *антиоксиданты* (катехины и их производные), способные нейтрализовать окислительное действие свободных радикалов, которые лежат в основе многих патологических процессов в организме. Для анализа использовали образцы сушеных зеленых листьев чая от растений, выращенных в ЗАО «Дагомысчай» на опытном коллекционно-маточном участке ВНИИ Цветоводства и субтропических культур. Были испытаны высокоурожайный южный сорт Колхида грузинской селекции, а также четыре мутантных сорта, полученные сотрудниками института с помощью радиационного и химического мутагенеза.

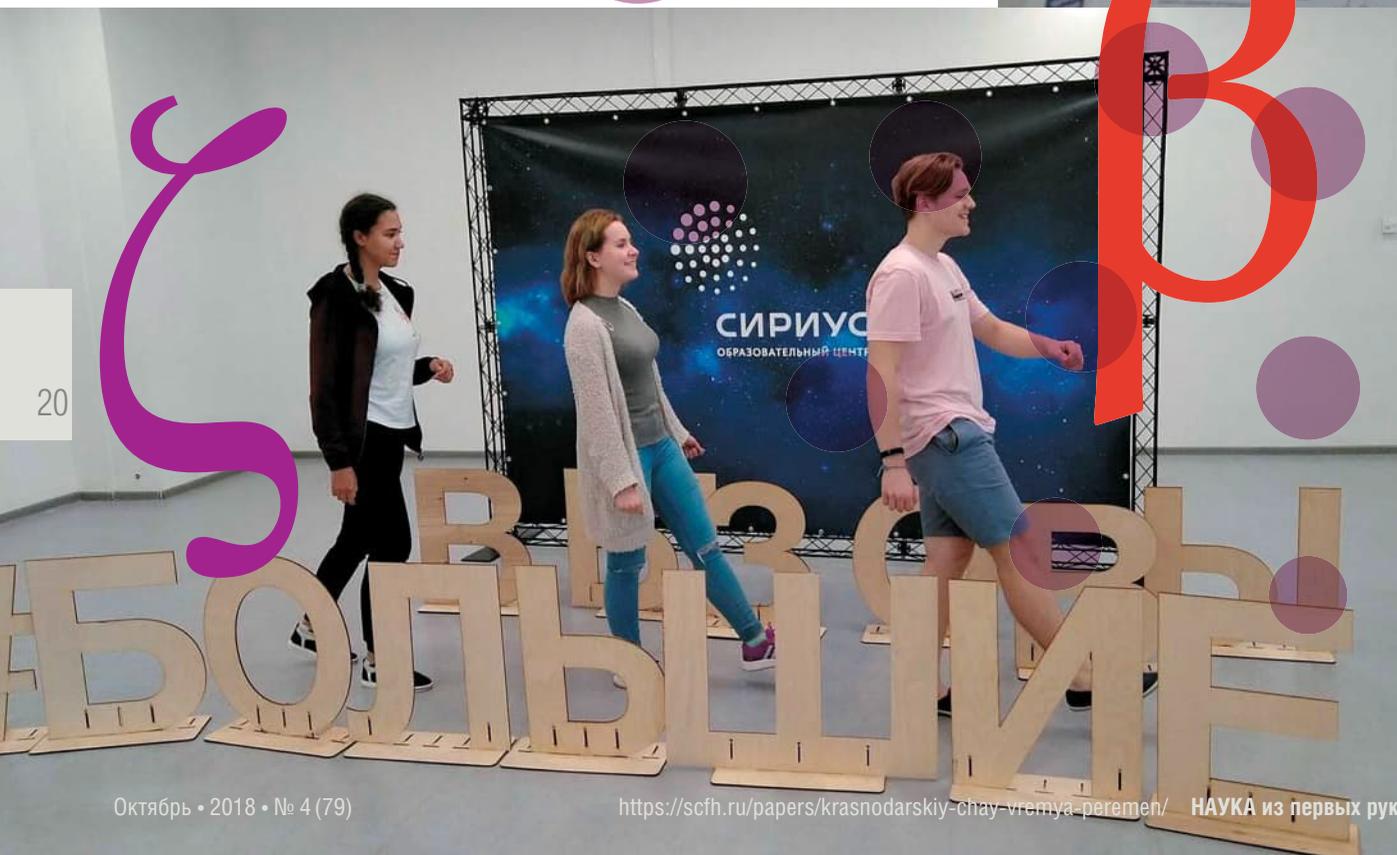
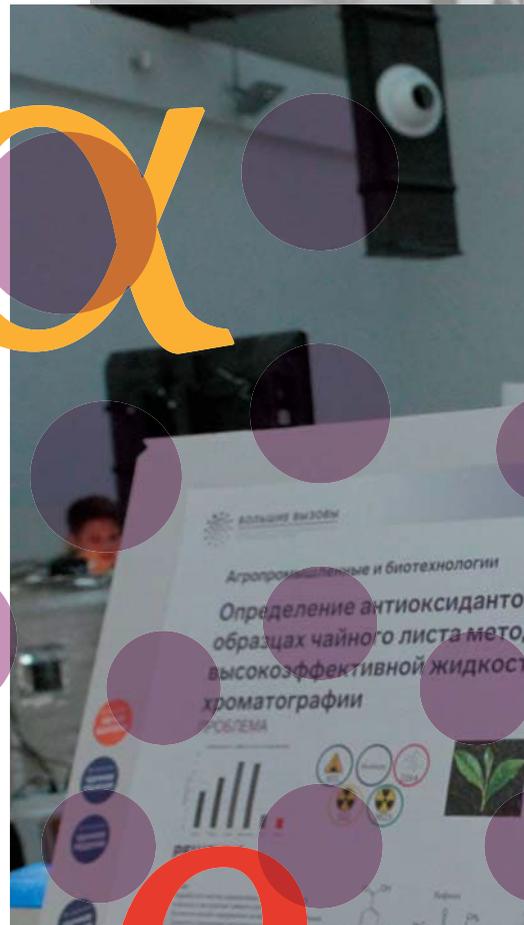
Участники проектной смены выбрали и отработали методику определения антиоксидантов и кофеина в чайном настое и провели анализ их содержания в образцах чая разных сортов. Образцы предварительно измельчали, а затем точно отмеренное количество экстрагировали в разных условиях (от 1 до 20 мин при температуре от 60–90 °С), чтобы определить оптимальное время и температуру *экстракции* (заваривания). Готовые экстракты анализировали на хроматографе Милхром А-02.

Сравнительное содержание кофеина и антиоксидантов (катехина и его производных) в листе новых краснодарских мутантных форм чайного растения (№ 582 и № 855), грузинском сорте «Колхида» и китайском Гранпаудере

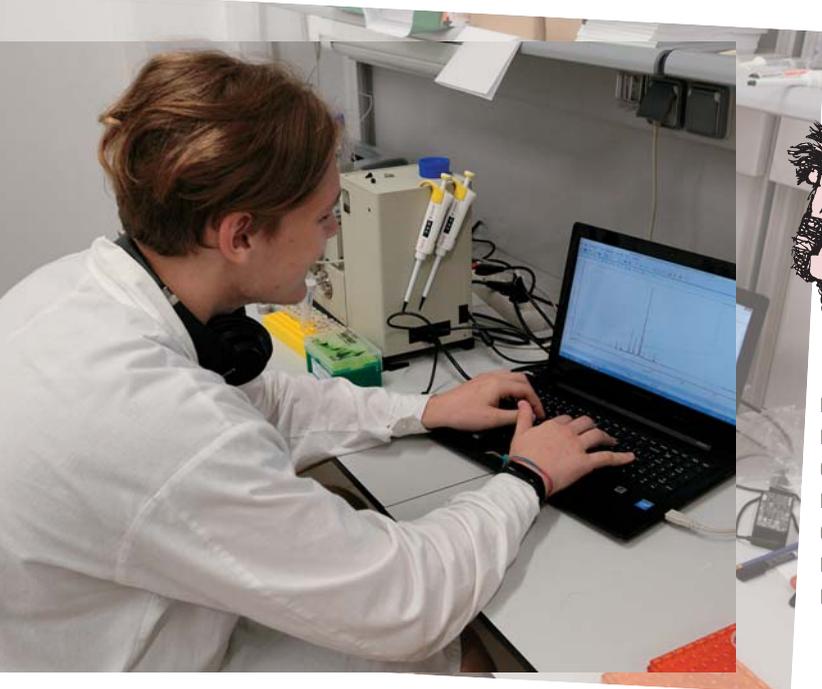
Родиной чайного растения считают Юго-Западный Китай и примыкающие к нему районы Верхней Бирмы и Северного Индокитая (Вьетнам). Благодаря «оранжевым» условиям этого района чай бурно растет здесь в течение всего года, покрываясь большим количеством крупных листьев. С продвижением на север чайное деревцо уменьшалось в размерах, превращаясь в куст, листья мельчали; а, напротив, по мере продвижения чая к экватору, в леса Индокитая и Индии, оно все больше напоминало настоящее дерево, листья укрупнились. Несмотря на такие преобразования, процессы роста и обмена веществ, характерные для растения чая, коренным образом не менялись.

По современной ботанической номенклатуре весь чай относится к одному виду китайской камелии (*Camellia sinensis*) с тремя разновидностями и многочисленными гибридами и вариациями. Путем селекции внутри этих форм выведены разные агротипы (клоны), отвечающие климатическим и почвенным условиям конкретного географического района. По: (Похлёбкин, 2001)

на стр. 22







Известным любителем чая был знаменитый российский химик Д. И. Менделеев, написавший в своем «Учении о промышленности» (1900): «Россия облагает ввозимый чай высокую ввозною пошлиною <...> но эта пошлина послужила поводом к стремлению водворить разведение чайного куста в России, что и начато особенно с 80-х годов на южном склоне Кавказа и Черноморского побережья фирмами чайной торговли бр. Поповых и Удельным ведомством. В 1898 г. собрано было уже до 3 тыс. фунтов чая, и можно надеяться, что и тут Россия со временем явится не только потребителем, но и производителем чая»

Оказалось, что концентрация антиоксидантов и кофеина в чайном экстракте достигает максимума при заваривании чая в течение 20 мин при температуре 90 °С. В этих оптимальных условиях были получены экстракты 5 сортов чая, которые использовались для сравнительного анализа.

Лидером по содержанию антиоксидантов и кофеина оказался сорт № 582, который по некоторым показателям превосходит даже легендарный китайский зеленый чай Ганпаудер, известный в Европе с 1600 г. Согласно данным сочинских селекционеров, этот сорт, ведущий свою историю от сорта Кимынь, относящегося к лучшей категории китайского крупнолистного чая, обладает и прекрасными агрономическими характеристиками. За свою морозостойкость, устойчивость к засухе и вредителям он недаром был назван «Чемпионом».

Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии, который использовался в проекте, требует серьезного дорогостоящего оборудования и точной пробоподготовки. Однако у него есть большое преимущество – высокая производительность. Как убедились на своем опыте школьники, подготовка образцов для биохимического анализа и сам анализ далеко не так просты, как кажется со стороны. Чтобы получить достоверные результаты, все стадии нужно проводить аккуратно и тщательно. К примеру, образцы чайного листа для анализа нужно было измельчать (гомогенизировать) в ступках пестиком, и этот процесс тоже не так прост, как кажется со стороны, и требует особых навыков.

Не обошлось и без курьезных случаев. Так, на заключительной ярмарке проектов всем молодым участникам выдали по одному жетону, который можно было наклеить на понравившийся постер, а сами команды для привлечения внимания многочисленных зрителей наглядно демонстрировали, на что способны их разработки. Конечно, «химической» команде в этом смысле трудно было состязаться с робототехниками, но она принесла ступки и пестики, чтобы все желающие могли попробовать гомогенизировать чайный лист и другие образцы растений. И когда ребята поняли, что наклеек собирается не так уж много, то проявили себя умелыми менеджерами и стали выдавать ступки с пестиками только за «вознаграждение». В результате постер собрал более 20 наклеек – очень хороший результат.

Реализация проекта показала, что тщательная подготовка, наряду с высокой квалификацией наставников и мотивированностью исполнителей, позволяет школьникам успешно использовать методы современного химического анализа для быстрого решения конкретной практической задачи. Распределение по тематическим проектам осуществлялось по желанию ребят, а также по рекомендациям, основанным на уже проявившихся склонностях школьников. И опыт работы с биологическими объектами в химической лаборатории, который они получили на «Больших вызовах», возможно, поможет им в будущем сделать осознанный выбор в пользу химических или биотехнологических специальностей.

В публикации использованы фото В. В. Власова



Литература

Барам Г. И. ВЭЖХ для всех. Лекции. Новосибирск, 2007. 116 с.

Садек П. С. Как избежать ошибок в высокоэффективной жидкостной хроматографии. Лабораторное пособие, 1999. 432 с.

Яшин Я. И., Яшин А. Я. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Состояние и перспективы // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). 2003. Т. XLVII, № 1. С. 64

Финальная ярмарка проектов

Авторы благодарят за помощь в работе Т. Г. Цюпко (КубГУ, Краснодар), Г. И. Барама (НОЦ «Хроматография» НГУ, «Эконова», Новосибирск), Л. С. Самарину (ВНИИ Цветоводства и субтропических культур, Сочи), а также школьников-участников «Больших вызовов: Арину Пергат (Пенза), Валентину Еремину (Екатеринбург), Тимофея Бутова (Липецк)

СИТИ-ФЕРМЕР — профессия будущего



Сегодня большинство людей в мире — это горожане: по прогнозам экспертов, уже через три десятилетия более 80% всех жителей развитых стран будут проживать в мегаполисах. Неудивительно, что свежим продуктам, в том числе овощам, зелени и ягодам, иногда приходится преодолевать тысячи километров, чтобы попасть на стол к потребителю. Но возможность быстрой круглогодичной доставки горожанам органических овощей, ягод и зелени «прямо с куста» существует — это сити-фермерство, когда сельскохозяйственная продукция выращивается непосредственно в городе. Такой подход к земледелию, дающий колоссальную экономию на логистике и дорогостоящих ресурсах, сегодня переняли многие передовые страны с высокой плотностью населения. На июльской проектной смене в сочинском образовательном центре «Сириус» школьники смогли почувствовать себя настоящими сити-агрономами, участвуя в реализации проекта по разработке тепличной технологии выращивания органической салатной микрозелени, которая становится все более популярной не только в мире, но и в России

В публикации использованы фото В. В. Власова

Все больше места в структуре питания современного человека занимают высококалорийные и переработанные продукты, что приводит к снижению питательной ценности пищи и негативно отражается на здоровье. Даже в свежих овощах и фруктах, выращенных промышленным способом, полезных веществ становится все меньше. Независимо от почвенно-климатических условий произрастания для получения стабильных урожаев в открытом и закрытом грунте повсеместно используют минеральные удобрения, регулярные обработки растений гербицидами и инсектицидами. Урожай зачастую убирается раньше срока, для увеличения срока хранения продукция, предназначенная для транспортировки в отдаленные регионы, подвергается химической обработке. Значительная доля свежего урожая перерабатывается в продукты длительного хранения, теряя витамины и необходимые для человека макро- и микроэлементы.

Ключевые слова: микрозелень, гроубокс, микротеплица, условия выращивания, хлорофилл, витамин С, высокоэффективная жидкостная хроматография, образовательный центр «Сириус».

Key words: microgreen, growbox, micro-greenhouse, growing conditions, chlorophyll, vitamin C, high-performance liquid chromatography, «Sirius» educational center



Проблема истощения почв и повышения качества продукции частично решается с помощью *органического земледелия*, основанного на принципе создания естественного устойчивого плодородия почвы, отказе от минеральных удобрений, химических средств защиты растений и генно-модифицированных семян. В Европе доля такого земледелия составляет 10–20 % от общего объема, чего нельзя сказать о России, где только 2–3 % населения потребляют органическую продукцию, и только пятая часть вообще знают, что это такое. В то же время спрос на «здоровую еду» растет, и переплачивать за нее готовы уже более половины жителей страны. Согласно оценке экспертов, к 2022 г. Россия займет до 10–15 % от мирового рынка органической продукции, что эквивалентно 20–30 млрд долларов.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации



СМИРНОВА Наталья Валентиновна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории агрохимии Института почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск), доцент кафедры географии, регионоведения и туризма Новосибирского государственного педагогического университета. Автор и соавтор более 60 научных работ и авторских спецкурсов для школьников 7–11 классов



ЛЫСКОВСКИЙ Александр Викторович – генеральный директор и соучредитель компании *iFarm Project* (ООО «Городские теплицы») (Новосибирск). Основатель компании *Alawar Entertainment*, специализирующейся на разработке и издании казуальных игр, а также мобильного приложения *Welltory*, использующего технологии персонализированной медицины

© Н. В. Смирнова, А. В. Лысковский, 2018



ООН (ФАО), важный и самый быстрорастущий сегмент рынка свежих овощей, ягод и салатной продукции – органические продукты, выращенные с помощью бережных и экологичных тепличных технологий. Однако в России сегодня крайне мало теплиц даже по сравнению с малоразвитыми странами с более теплым климатом.

Для удовлетворения потребностей человека в пище, богатой минералами, витаминами и биологически активными соединениями, можно использовать *микрозелень* – новый вид салатных овощей, представляющий собой съедобные молодые растения в фазе пары настоящих листьев, содержащие максимум полезных для человека веществ. *Клетчатка* (грубоволокнистая часть растений, необходимая для нормального функционирования пищеварительного тракта) проростков усваивается на 98% в отличие от жесткой клетчатки растений, выращенных по классической технологии.

Химический анализ микрозелени 10 видов капустных показал, что она является хорошим источником как макро- (K, Ca), так и микроэлементов (Fe, Zn) (Xiao *et al.*, 2016). А микрозелень салата по сравнению

с растениями в стадии зрелости имеет более высокое содержание большинства полезных соединений (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Se, Mo), являющихся компонентами минерального питания растений, на фоне более низкого содержания нитратов (Pintoand *et al.*, 2015).

Время экспериментов

Один из тематических проектов 2018 г. в секции «Агропромышленные и биотехнологии» был посвящен разработке элементов технологии выращивания микрозелени в автоматизированных мини-теплицах с контролируемыми условиями. Проект был подготовлен сотрудниками Института почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск) и новосибирской компании *iFarm Project* (ООО «Городские теплицы»).

Для выращивания микрозелени компания предоставила два *гроубокса* – мини-теплицы с возможностью дистанционного управления. В настоящее время в России отсутствуют ГОСТ или утвержденные рекомендации по выращиванию микрозелени в условиях автоматизированных и домашних теплиц, поэтому перед

участниками проекта были поставлены следующие задачи: подобрать оптимальные условия для выращивания микрозелени в автоматизированной теплице с применением на практике теории органического земледелия; изучить влияние внешних факторов на содержание в микрозелени витамина С как «маркера» полезности; оценить влияние условий выращивания на содержание зеленого пигмента *хлорофилла*, отвечающего за процесс фотосинтеза и служащего показателем здоровья растения. В последней части проект стыковался с проектом по *высокоэффективной жидкостной хроматографии*, в рамках которого проводилось определение антиоксидантов и кофеина в чайном листе.

Члены команды, в которую вошли школьники 8–10 классов из разных регионов России, от Липецкой и Московской областей до Мордовии и Якутии, в первые же дни самостоятельно собрали мини-теплицы и запустили датчики мониторинга освещенности, температуры, влажности, состава воздуха, а также видеокамеры.

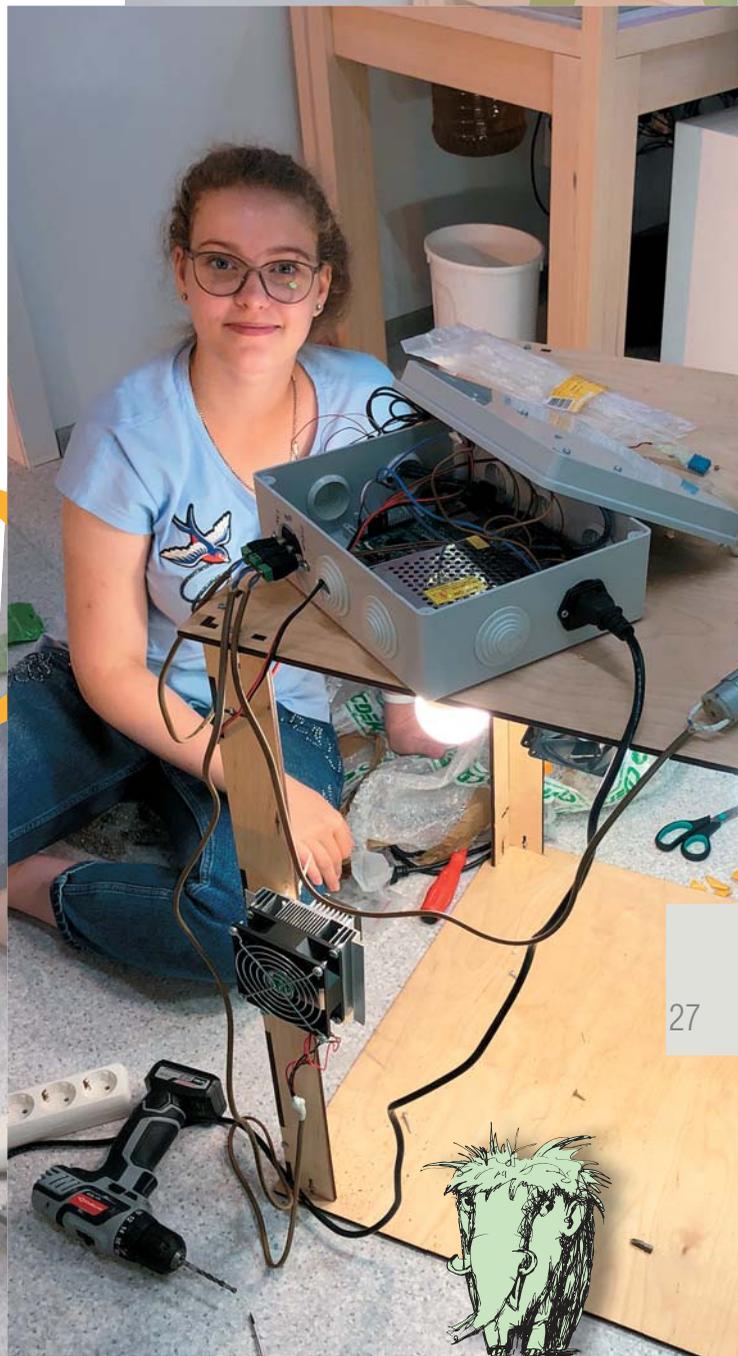
Затем были спланированы и последовательно заложены два эксперимента, в которых моделировалось 64 варианта внешних условий с целью выяснить степень влияния разных факторов среды на величину биомассы и морфометрические показатели (высоту растения, длину корня, размеры листовой пластинки и т. д.) – с этой точки зрения микрозелень агрономами практически не изучалась, а также на содержание в биомассе биологически активных веществ.

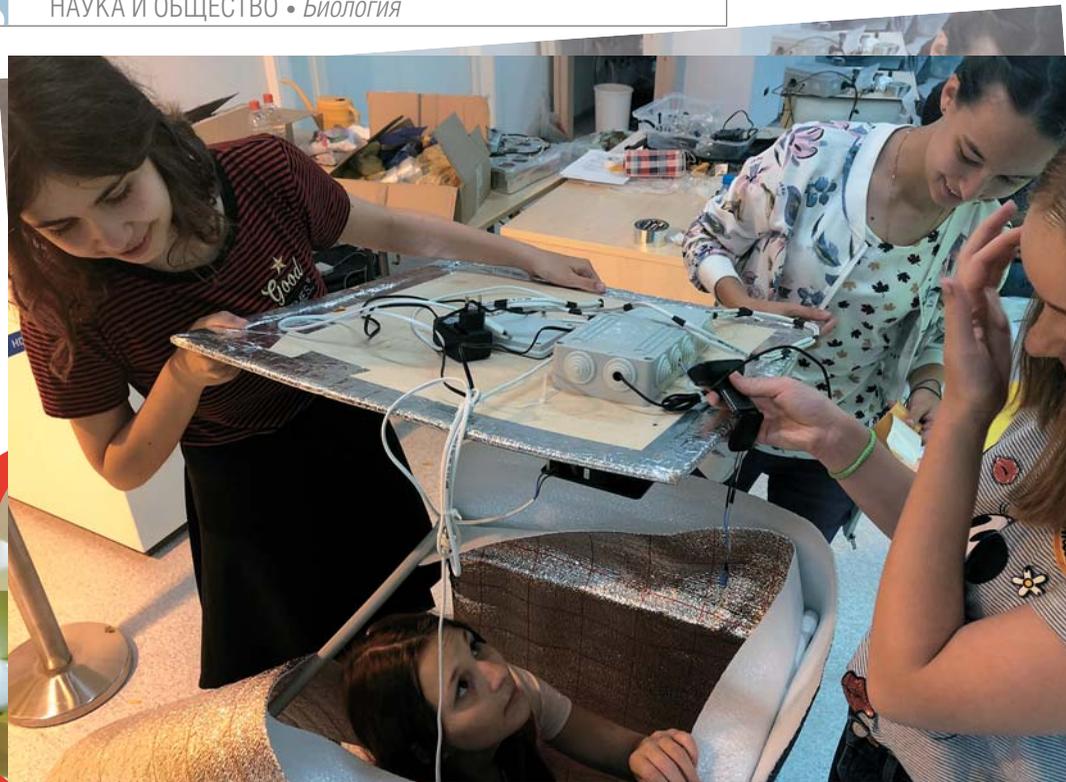
В грубоксы были высажены семена 6 видов растений (кресс-салата «Витаминный», редиса «18 дней», подсолнечника «Лакомка», базилика, салата «Сальто», горчицы белой), 3 вида субстрата (торф, почвогрунт и *агроперлит* – вспученные гранулы вулканической породы). Микрозелень выращивалась при двух режимах подкормки растений (жидкие минеральные удобрения и биогумус «Живчик»), разным световом дне (6 или 18 ч.) и разных температурах (24, 26 и 29 °С). Выращивание подобной продукции в автоматизированной мини-теплице занимает 6–7 дней с момента посева семян.

Судя по приросту биомассы, рост и развитие растений на разных субстратах отличаются видоспецифичностью. Так, биомасса проростков подсолнечника достигала максимума на торфе, горчица и кресс-салат достаточно равномерно росли на двух субстратах – торфе и почвогрунте, а вот редис явно предпочитал почвогрунт. Зато агроперлит никому не пришелся «по вкусу»: если некоторые растения на нем и прорастали, то очень быстро погибали из-за непригодности этого субстрата для питания и развития корневой системы.

Ребята самостоятельно собрали «коробку» грубоксов, установили датчики, загрузили соответствующий софт и начали выращивание микрозелени

Компания *iFarm Project* – это инновационная платформа-интегратор современных био- и агротехнологий, позволяющих выращивать органические овощи, ягоду и зелень с заданным содержанием полезных веществ. Созданные компанией уникальные компьютерные алгоритмы в автоматическом режиме управляют микроклиматом (светом, температурой, влажностью), составом почвы и воздуха и могут использоваться в любых тепличных системах







БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ **УДАЧНОЕ РЕШЕНИЕ** **Сириус**

Агропромышленные и биотехнологии

«Анализ влияния условий выращивания микрозелени в автоматизированной теплице на содержание биологически активных веществ»

ПРОБЛЕМА

Проблема заключается в том, что в настоящее время в России наблюдается тенденция к снижению содержания биологически активных веществ в продуктах питания. Это связано с использованием пестицидов и гербицидов, а также с изменением климата. В результате снижается содержание витаминов, минералов и других полезных веществ в растениях. Это приводит к ухудшению здоровья населения и увеличивает риск развития различных заболеваний.

РЕШЕНИЕ

Для решения этой проблемы были разработаны и внедрены в автоматизированную теплицу следующие технологии:

1. Использование светодиодного освещения с регулируемой спектральной характеристикой.
2. Применение системы автоматического полива и подкормки.
3. Использование системы автоматического контроля температуры и влажности воздуха.
4. Применение системы автоматического контроля содержания биологически активных веществ в растениях.

В результате использования разработанных технологий в автоматизированной теплице удалось добиться значительного повышения содержания биологически активных веществ в растениях. Это позволяет обеспечить население высококачественными продуктами питания и улучшить их здоровье.

1. ВЛИЯНИЕ СУБСТРАТА НА БИОМАССУ МИКРОЗЕЛЕНИ

Влияние субстрата на биомассу микрозелени. Сравнение биомассы (г/м²) при выращивании на торфе, перлите и смеси торфа и перлита. Результаты показывают, что наибольшая биомасса достигается при выращивании на смеси торфа и перлита.

2. ВЛИЯНИЕ ПЕРИОДА ОСВЕЩЕННОСТИ НА ВЫСОТУ МИКРОЗЕЛЕНИ

Влияние периода освещенности на высоту микрозелени. Сравнение высоты (см) при выращивании при 18-часовой и 12-часовой освещенности. Результаты показывают, что при 18-часовой освещенности высота растений увеличивается.

3. ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ПОЛИВА НА БИОМАССУ МИКРОЗЕЛЕНИ

Влияние режима полива на биомассу микрозелени. Сравнение биомассы (г/м²) при выращивании при регулярном и нерегулярном поливе. Результаты показывают, что при регулярном поливе биомасса растений увеличивается.

4. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА НАКОПЛЕНИЕ ВИТАМИНА С В БИОМАССЕ МИКРОЗЕЛЕНИ

Влияние температуры на накопление витамина С в биомассе микрозелени. Сравнение содержания витамина С (мг/г) при выращивании при 26°C и 30°C. Результаты показывают, что при 26°C содержание витамина С увеличивается.

Что? Методика по выращиванию растений в автоматизированной домашней теплице Growbox от IFarm.

Зачем? Потребительская цель.

Почему? Экономическая целесообразность, экологичность, безопасность.

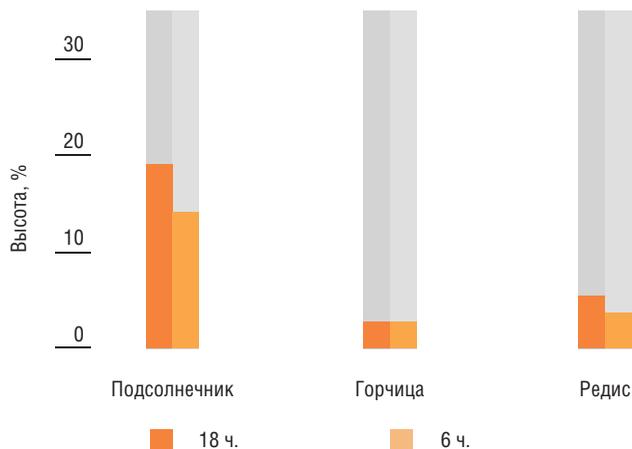


Влияние продолжительности периода освещенности на прирост надземной биомассы зависело от принадлежности растений к определенной экологической группе (*светолюбивым* или *теневыносливым*). Например, подсолнечник, типичная культура длинного светового дня, быстрее набирал биомассу при 18-часовой освещенности, а вот редис и горчица хорошо росли и при укороченном световом дне. Поэтому для выращивания в одной теплице лучше всего подбирать растения со схожими потребностями.

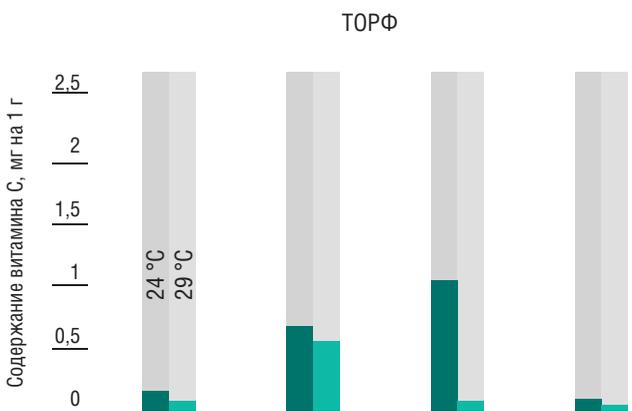
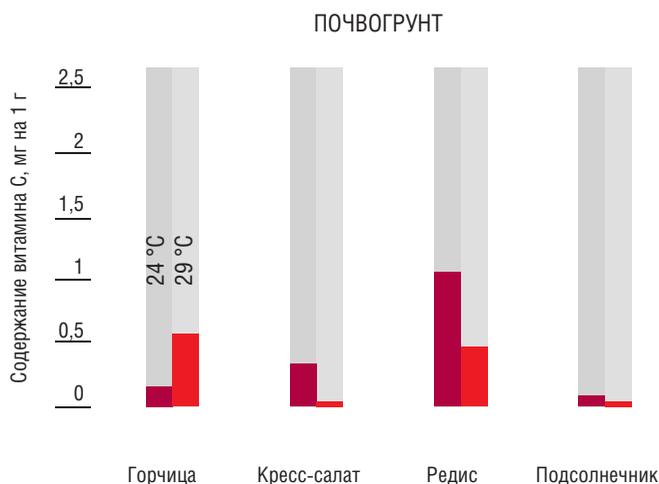
Есть мнение, что молодые проростки не нуждаются в дополнительном минеральном питании, однако эксперименты показали, что внесение жидкого удобрения на основе биогумуса положительно влияет на прирост биомассы, улучшает состояние надземной и подземной частей растений, особенно при выращивании на почвогрунте.

Отдельный вопрос – это накопление в растениях биологически активных веществ, содержание которых определялось с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии. Согласно литературным данным, оптимальная температура для накопления хлорофилла – 26–30 °С, а рекомендованная для промышленного выращивания микрозелени – 18–20 °С.





Эксперименты, проведенные школьниками, показали, что прирост микрозелени при длинном и коротком световом дне зависит от экологических предпочтений растений



Хроматографический анализ содержания витамина С в микрозелени показал, что накопление этого витамина зависит от температуры выращивания и типа почвенного субстрата



СОРУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА «ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ЖИДКОСТНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ» С. Е. СЕДЫХ:

Работа над проектами дала ребятам не только теоретические и практические знания, но и научила их действовать в команде, где приходится исполнять различные роли. «Химики», занимавшиеся определением витамина С и хлорофилла в образцах микрозелени, начинали активно работать только после сбора очередного урожая в «умной» микротеплице, т. е. каждые 3–4 дня. Анализ 30–40 образцов занимал много времени и был достаточно трудоемким, а микрозелень измельчалась в весьма «пахучих» растворах, препятствующих окислению витамина С. Работы было «то густо, то пусто», поэтому коллеги-агрономы оценили труд и профессиональные навыки химиков, только когда их привлекли к анализу последнего урожая. При определении концентраций хлорофилла, при котором каждый образец измеряется на спектрофотометре на нескольких длинах волн, всем ребятам, впервые увидевшим этот увлекательный процесс, хотелось самостоятельно провести анализ, в чем им с удовольствием помогли опытные товарищи

Эксперименты показали, что концентрация хлорофилла в биомассе во время выращивания при повышенной температуре только ненамного выше, чем при более низкой температуре, которая в нашем случае составила 24 °С. (Первоначально, согласно проекту, планировалось испытать и более низкие температуры, однако это не удалось сделать из-за технических возможностей греббоксы и высокой температуры в помещении. По окончании проекта разработчикам переданы рекомендации усовершенствовать систему охлаждения.)

Что касается витамина С, то его накоплению способствовали длинный световой день, дополнительное минеральное питание и температура в диапазоне 24–26 °С. Кстати сказать, употреблять микрозелень желательно сразу после срезки, так как при хранении растений этот витамин очень быстро разрушается.

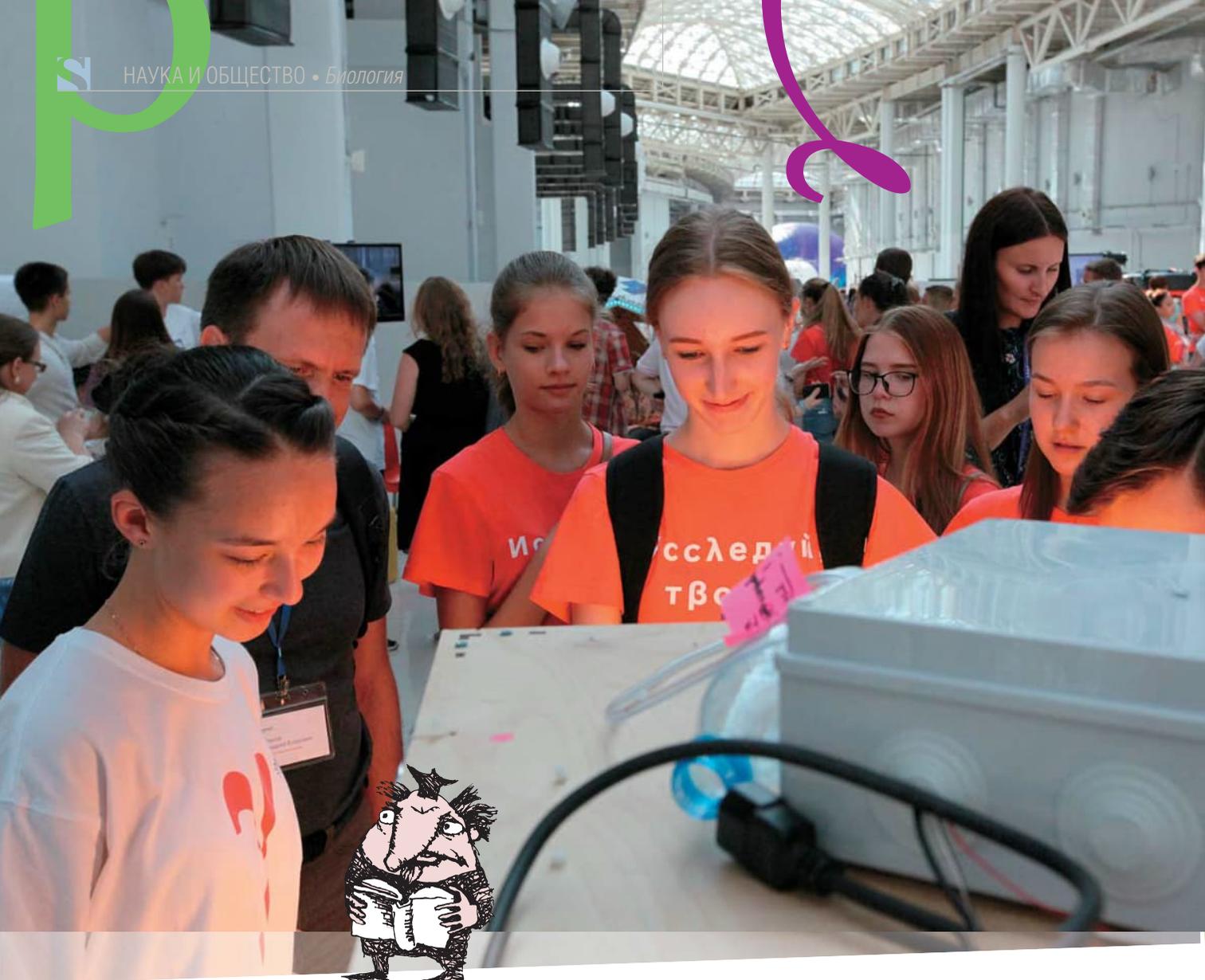
Таким образом, в ходе экспериментов в греббоксы школьники определили наиболее оптимальные условия выращивания микрозелени: температура – 24–26 °С, световой день – 18 ч., почвогрунт в качестве субстрата, подкормка жидким разведенным органическим удобрением, капельный полив. Экспериментаторы также убедились, что отклонения от оптимума допустимы и что, даже не имея греббоксы, можно успешно выращивать микрозелень в самых разных условиях, как дома (для еды), так и в школьном классе (для экспериментальных и образовательных целей).

Все этапы экспериментов с агрокультурами были тщательно задокументированы, и к финальной ярмарке проектов ребята предоставили не только вкусную микрозелень, которой угощали всех посетителей, но и рабочий вариант методических рекомендаций, работа над которыми будет продолжена.



Разработка методологии выращивания микрозелени в мини-теплицах – еще один шаг к «городскому земледелию», позволяющему многим людям круглый год выращивать у себя дома полезную органическую продукцию. Эксперименты в рамках программы «Большие вызовы» подтвердили, что выращивание микрозелени – достаточно простой процесс, греббоксы удобны в эксплуатации, а при соблюдении рекомендаций по выбору тепличных условий качество выращиваемых растений можно регулировать.

Результаты, полученные в ходе реализации проекта, будут использованы компанией *iFarm Project* для усовершенствования системы контроля и поддержания микроклимата в мини-теплицах. Что касается школьников, то никто из них не отнесся к работе равнодушно. Самым же наглядным примером служит метаморфоза, произошедшая с одним из участников программы, который приехал в «Сириус» со своим проектом «Теплица для бабушки» и всю смену придумывал, паял, собирал и чинил системы полива и электронику греббоксов. По его словам, растениями он никогда не интересовался и биологию не знал и не любил, но по окончании экспериментов вынужден был признать, что «и в этой науке есть кое-что интересное». Вернувшись домой, этот завзятый «технар» по собственному почину начал опыты на различных почвенных субстратах. Можно надеяться, что и другие ребята будут использовать полученный ими практический опыт и теоретические знания для развития идеи сити-фермерства в своем регионе.



А. В. ЛЫСКОВСКИЙ:

Мы привезли эту технологию в «Сириус», потому что здесь формируется будущий кадровый резерв. Школьники, которые подключаются к тем или иным проектам, могут понять, чем им интересно заниматься: биологией, химией, радиоуправляемыми танками... Для талантливых ребят это возможность определиться со своей профессиональной ориентацией.

Сити-фермер – одна из профессий будущего, которая рождается на стыке автоматизации, робототехники, программирования, биоинформатики, химии и агрономии. Конечно, такие кадры никто не готовит, а они должны появляться. И если мы сможем способствовать появлению у подрастающего поколения интереса к этому направлению, показывая им перспективу, то ребята будут расти вместе с нами и создавать автоматизированное сельское хозяйство, в том числе и в городской черте

Литература

Иванова М. И., Литнецкий А., Литнецкая О. и др. Микро-зелень (microgreens) и сеянцы (baby leafs) – новые категории органической овощной продукции // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016. №12. С. 406–415.

Ивануценко А. Зеленый стартап: сити-фермерство как предпринимательский тренд. <http://www.insight-magazine.ru/zelenyy-startap-siti-fermerstvo-kak-predprinimatelskiy-trend-318>

Pinto E., Almeida A., Aguiar A. and Ferreira I. Comparison between the mineral profile and nitrate content of microgreens and mature lettuces // Journal of Food Composition and Analysis. 2015. V. 37. P. 38–43.

Xiao Z., Lester G.E., Luo Ya. and Wang Q. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2012. V. 60. P. 7644–7651.

ПЦР-диагностика для персика и сливы



Под сухим агрономическим термином «косточковые и семечковые плодовые культуры» скрывается огромное вкусное разноцветье наших любимых фруктов. Но склонность к этим земным плодам питает и множество крупных и мелких вредителей, включая микроскопические грибки, чьи аппетиты приводят к большим потерям урожая.

В 2018 г. в сектор «Агропромышленные и биотехнологии» научно-технологической программы «Большие вызовы» образовательного центра «Сириус» поступил запрос от сочинского Всероссийского научно-исследовательского института цветоводства и субтропических культур, в котором ученые поставили перед школьниками практическую задачу – провести видовую идентификацию фитопатогенных грибов, вызывающих бурую гниль плодов, и оценить их встречаемость в хозяйствах Краснодарского края и сопредельной территории

На фото вверху – вишня, пораженная бурой гнилью.
© CC BY-SA 3.0.

Some rights reserved by Piotrus



ВОРОНИНА Елена Николаевна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории фармакогеномики Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск), доцент кафедры естественных наук СУНЦ Новосибирского государственного университета. Победитель конкурса РАН на лучший проект в области популяризации научных знаний для школьников (2016). Автор и соавтор более 140 научных работ

КАРТАШОВ Михаил Юрьевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела молекулярной вирусологии флавивирусов и вирусных гепатитов ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор» (р. п. Кольцово, Новосибирская обл.), преподаватель кафедры естественных наук СУНЦ Новосибирского государственного университета. Автор и соавтор 10 научных работ

© Е. Н. Воронина,
М. Ю. Карташов, 2018

Ключевые слова: фитопатогенные грибы, бурая гниль, монилиоз, *Monilinia fructicola*, плодовые культуры, ПЦР, образовательный центр «Сириус».

Key words: phytopathogenic fungus, Brown rot, *Monilia canker*, *Monilinia fructicola*, fruits, PCR, «Sirius» educational center



ПЦР: КАК ЭТО РАБОТАЕТ

ПЦР (полимеразная цепная реакция) – это метод, позволяющий неограниченно «размножать» фрагменты ДНК. По сути, он повторяет процесс репликации (удвоения ДНК), который идет при обычном размножении клетки. При проведении ПЦР двуцепочечная спираль ДНК разделяется, и к полученным цепочкам в определенных местах прикрепляются затравки-«праймеры». Праймеры служат «точкой отсчета», с которой фермент ДНК-полимераза начинает синтезировать комплементарную цепочку на одноцепочечном фрагменте.

Обычно при проведении ПЦР выполняется несколько десятков циклов, и в каждом из них фрагмент ДНК удваивается, в результате чего в пробирке накапливается несколько миллионов копий. Какой именно фрагмент ДНК будет синтезироваться в ПЦР, зависит от праймеров. Их подбирают таким образом, чтобы последовательность была уникальна для исследуемого объекта. Если целевой ДНК в пробирке нет, то и реакция ПЦР не пойдет. Таким образом с помощью ПЦР можно определить в образце присутствие ДНК конкретного патогена

Главными симптомами монилиозов являются светлые, беспорядочно разбросанные или расположенные цепочками «подушечки», которые состоят из рыхлого сплетения вегетативных и репродуктивных элементов грибов-монилий. На фото – плоды яблони и сливы, пораженные монилией фруктовой (*M. fructigena*). © CC BY-SA 3.0. Some rights reserved by Sanja565658 and Rasbak

Все мы недаром любим фрукты и ягоды: это не просто вкусные, но и очень полезные продукты питания, содержащие большое количество сахаров, жиров, органических кислот, витаминов и других биологически активных соединений, а также макро- и микроэлементов, необходимых для нормального обмена веществ. Систематическое употребление в пищу этих плодов помогает предупредить авитаминозы, сердечно-сосудистые и желудочно-кишечные заболевания, а также способствует поддержанию иммунитета при инфекциях. Российский Минздрав рекомендует каждому из нас употреблять не менее 100 кг фруктов в год, что в пересчете на день равно примерно двум средним яблокам или почти трем персикам. Нужно ли говорить, что большинство россиян эту норму не выполняют...

Кажется, что фрукты, в отличие от овощей и зелени, растут на дереве сами по себе. Но это, конечно, не так. Одна из проблем производителей – болезни, которые снижают продуктивность растений, ухудшают качество плодов, а иногда приводят к гибели целых массивов плодоносящих деревьев. Многие из наиболее опасных и трудно поддающихся лечению болезней плодовых культур вызываются микроскопическими фитопатогенными грибами-*монилицетами*.

Одной из самых распространенных и серьезных болезней косточковых и семечковых плодовых культур в мире является *бурая гниль*, или *монилиоз*, возбудителями которой служат грибки рода *Monilia* (*Monilinia*). Болезнь первоначально проявляется на бутонах, а затем распространяется на побеги и листья, которые поникают и засыхают, как будто обожженные, недаром эту болезнь называют еще «монилиальный ожог» (Holb *et al.*, 2013). Инфицируются и плоды на всех стадиях развития, в большей степени – во время созревания. Мякоть плодов буреет и размягчается, становясь губчатой, многие из них опадают. Потери урожая могут достигать 80%, и это касается урожая не только «на дереве», но и в хранилищах.

К основным плодовым культурам, наиболее часто поражаемым монилиозами, относятся яблони, груши, персики и алыча, а также такие субтропические культуры, как фейхоа и цитрусовые (черноморское побережье Северного Кавказа является единственным в России регионом, где эти теплолюбивые растения произрастают в открытом грунте). Спектр возбудителей бурой гнили также широк. Считается, что наиболее часто деревья поражаются представителями трех видов монилий: *M. fructigena*, *M. Laxa* и *M. fructicola*. Последний характеризуется быстрым ростом и большим числом спор, к тому же этот вид наиболее изменчив и устойчив к фунгицидам (Papavasileiou *et al.*, 2016).

Виды этого рода традиционно определяются на основе морфологических признаков грибов и их колоний, для чего образцы нужно культивировать в течение 10 дней (Leeuwen van *et al.*, 2002). Но из-за сходства морфотипов различить таким способом разные виды не всегда удается. Трудоемкость, длительность

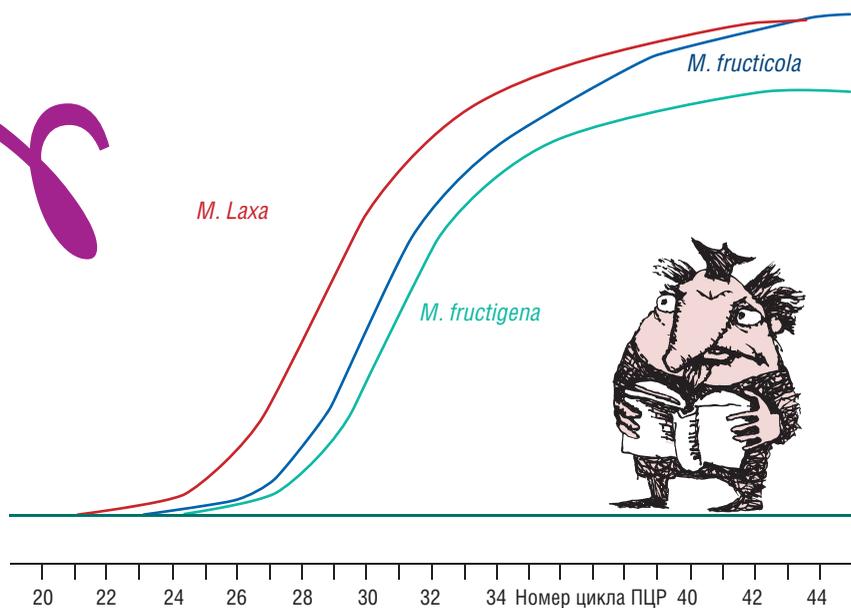
и ненадежность – основные недостатки классических методов диагностики монилий.

Для контроля за изменчивостью популяционного состава этих фитопатогенных грибов и оценки риска их распространения требуется надежный, быстрый и не очень дорогостоящий метод диагностики. На сегодняшний день этим требованиям отвечают тест-системы на основе *полимеразной цепной реакции* (ПЦР), широко используемые для диагностики различных патогенов.

«ЛОВИМ» ДНК

Участникам июльской проектной смены программы «Большие вызовы» в образовательном центре «Сириус» сотрудниками Института химической биологии СО РАН и ГНЦ ВБ «Вектор» был предложен проект по разработке ПЦР-тест-системы для определения грибов рода *Monilia* и выявления их встречаемости





Точность ПЦР-тест-системы, разработанной в ИХБФМ СО РАН для определения грибов рода *Monilia*, была проверена на контрольных образцах, которые одновременно содержали ДНК чистых культур трех видов мон依лий (*M. fructigena*, *M. Laxa* и *M. fructicola*), пяти видов других патогенных грибов, а также одного насекомого и человека. ПЦР в режиме реального с использованием специфичных праймеров и ДНК-зондов выявила в этих образцах только ДНК мон依лий, «проигнорировав» всю остальную

в плодово-овощных хозяйствах Краснодарского края. Подобного рода исследования в этом регионе ранее не проводились.

Школьники с помощью к. б. н. Л. С. Самариной и Е. В. Михайловой из ВНИИ Цветоводства и субтропических культур собрали образцы различных частей плодовых деревьев с видимыми признаками поражения грибами. Для анализа также использовались плоды, собранные сотрудниками института на территории Сочинского, Туапсинского, Апшеронского и Крымского

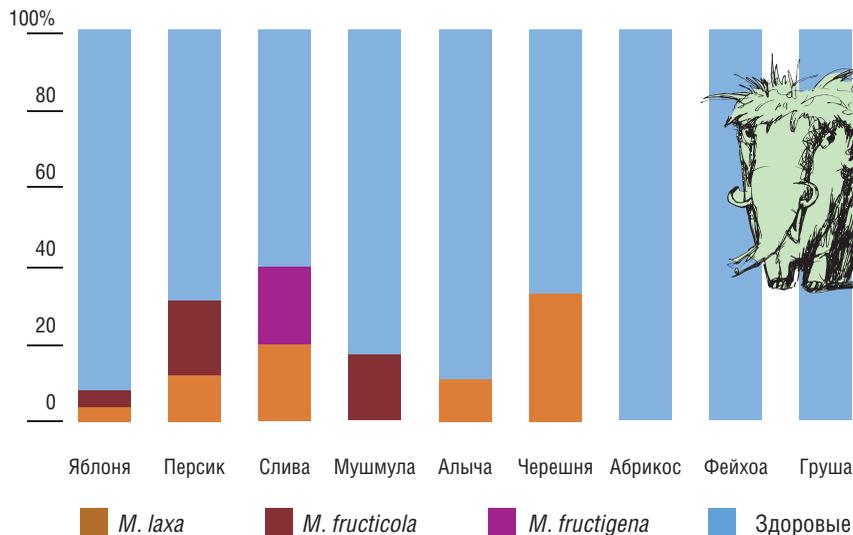
районов Краснодарского края и черноморского побережья Абхазии. Объектами исследования стали косточковые (персики, сливы, алыча, абрикосы, черешни) и семечковые (яблони, груши, фейхоа, мандарины, мушмула) плодовые культуры.

Для определения грибов с помощью ПЦР-тест-системы была выбрана нуклеотидная последовательность митохондриального гена *CytB*, кодирующего *цитохром В* – один из железосодержащих мембранных белков, компонент дыхательной цепи. Тест-система





По данным ПЦР-диагностики, проведенной участниками проекта, на черноморском побережье Краснодара бурая гниль поражает большинство из исследованных косточковых и семечковых плодовых культур



На фото внизу – черешня, пораженная *M. fructicola*.
© CC BY-SA 3.0 Some rights reserved by Mary Ann Hansen

была сконструирована таким образом, чтобы использовать для идентификации грибной ДНК как классический гель-электрофорез, так и «ПЦР в реальном времени» с использованием ДНК-зондов (короткоцепочечной ДНК).

В нашем случае зонды должны специфично выявлять грибы рода *Monilia*, не давая положительного результата в случае схожих

фитопатогенов. Поэтому путем сравнения всех известных вариантов гена *CytB* для *Monilia* и нескольких близкородственных грибов были выбраны участки ДНК, которые у разных родов наиболее сильно различаются. «Нацеленные» на эти фрагменты зонды «вылавливают» в пробирке только ДНК монилий. Различить же отдельные виды рода можно с помощью электрофореза по длине полученных ПЦР-продуктов.

Праймеры и ДНК-зонды были предварительно разработаны и синтезированы в ИХБФМ СО РАН методистом направления Е. Н. Ворониной. Под руководством М. Ю. Карташова ребята познакомились с такими важными понятиями, как специфичность и чувствительность тест-системы, узнали, какие факторы влияют на эффективность этой методики. Они научились выделять ДНК, проводить электрофорез и ПЦР и самостоятельно провели тестирование всех собранных образцов.

На основе результатов «ПЦР в режиме реального времени» в 25 из 106 образцов обнаружилась ДНК грибов рода *Monilia*. Все образцы с положительным результатом были подвергнуты электрофоретическому анализу для определения конкретных видов. Правильность видовой идентификации была позднее подтверждена путем секвенирования фрагментов ДНК грибов в ЦКП «Геномика» СО РАН (Новосибирск).

При реализации проекта были получены оригинальные данные по встречаемости фитопатогенных грибов рода *Monilia* в российских субтропиках. Оказалось, что на черноморском побережье Краснодарского края и сопредельной Абхазии бурая гниль наиболее часто поражает сливы, персики и черешни; этой болезнью страдают также алыча, яблони и мушмула.

Здесь встречаются все три исследованных вида, но наиболее широко распространена *M. laxa*, что хорошо согласуется с данными литературы. На сливе, собранной на опытном поле ВНИИ цветоводства и субтропических культур вблизи г. Сочи, обнаружена ДНК *M. fructigena*.

Самым неожиданным результатом стал факт широкого распространения вида *M. fructicola*, обнаруженного на яблоках, персиках и мушмуле. Ранее этот фитопатогенный вид не был зарегистрирован в европейской части





Распространение различных видов фитопатогенов рода *Monilia* на черноморском побережье по данным проекта программы «Большие вызовы»

России, к тому же для нашей страны и Европейского Союза он является карантинным. Все эти новые данные делают мониторинг грибов рода *Monilia* очень актуальной задачей, а также требуют корректировки профилактических мер и принятия программ по фунгицидной обработке пораженных садов.

Таким образом, при участии в первом серьезном исследовании одного из важнейших патогенов сельскохозяйственных культур Черноморского побережья школьникам не только удалось поработать в настоящей лаборатории и освоить под руководством опытных наставников современную технологию ПЦР-диагностики, но и почувствовать вкус нового открытия.

В публикации использованы фото В. В. Власова



Литература

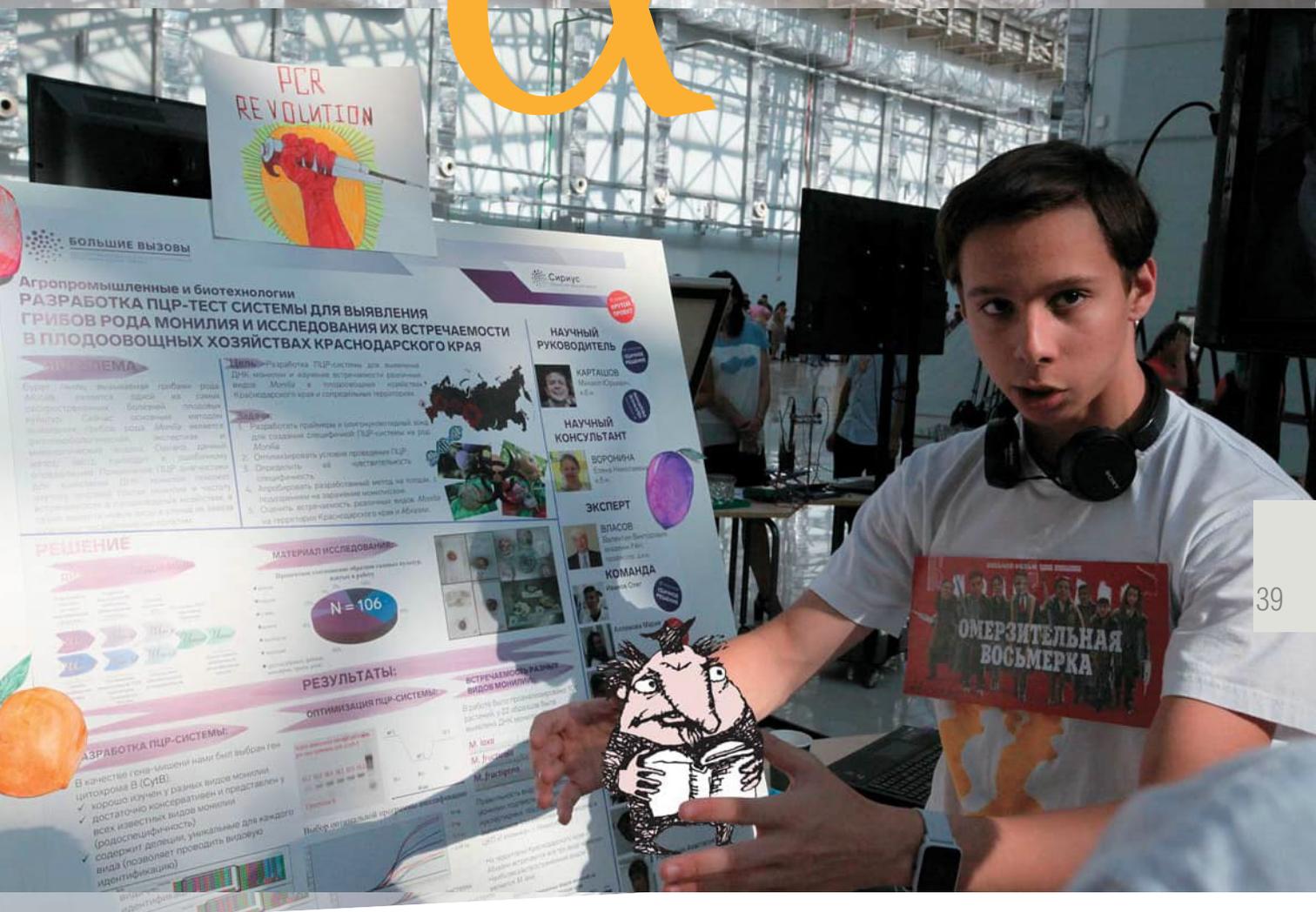
Глик Б., Пастернак Д. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение: Пер. с англ. М.: Мир, 2002. 589 с.

Котина Е. ПЦР в реальном времени, или Кое-что из жизни цианобактерии // Химия и жизнь – XXI век. 2009. № 3. С. 10–13.

Патрушев Л.И. Полимеразная цепная реакция и другие способы амплификации ДНК и сигналов // Искусственные генетические системы. Т. 1: Генная и белковая инженерия. М.: Наука, 2004. С. 192–223.

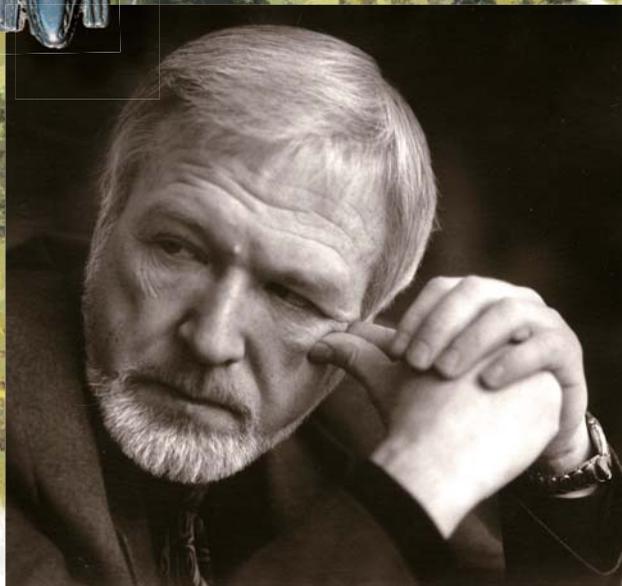
Ревриков Д.В., Саматов Г.А., Трофимов Д.Ю. ПЦР в реальном времени. 4-е изд. М.: БИОМ. Лаборатория знаний, 2013. 223 с.

Смольякова В.М. Болезни плодовых пород юга России. Краснодар: Весть, 2000. 192 с.





АРХЕОЛОГИ — народ бродячий...



Молодин Вячеслав Иванович – действительный член РАН, профессор, доктор исторических наук. Лауреат Международной премии им. А. П. Карпинского (2000), Государственной премии РФ в области науки и техники (2005), Демидовской премии (2016)

Археолог Вячеслав Иванович Молодин встретил свой юбилей в палаточном лагере Западно-Сибирского археологического отряда, раскинувшимся на опушке осинового рощи на берегу пересохшей протоки речки Омки, как ласково называют в Барабе этот приток Иртыша. Команда отряда, которым он руководит уже более 45 лет, не раз поменялась за эти годы, но заложенный изначально «дух коллективизма, равенства и взаимовыручки» остался неизменным. Для всех участников отряда, с которыми он делил радости и трудности экспедиционной жизни, В. И. Молодин был и остается «шефом».

Еще будучи аспирантом академика А. П. Окладникова, Вячеслав Молодин занялся исследованием слабо изученного дописьменного периода истории Западной Сибири. Итогом тридцатилетних исследований стала концепция историко-культурного развития огромной

В руках у студента Константина Самойлова – только что извлеченный из земли знаменитый «меч каролингов». Выкованный в Германии в XII – начале XIII в., меч был обнаружен в 1975 г. при раскопках памятника эпохи бронзы в Барабинской лесостепи, всего в 400 км от Новосибирска.

Третий справа – Вячеслав Молодин, руководитель археологической экспедиции





территории лесостепного Обь-Иртышья на протяжении последних десяти тысячелетий, которая в последние годы приобрела новое звучание благодаря применению методов палеогенетики.

Хотя Бараба и Западно-Сибирский археологический отряд до сих пор являются одной из главных привязанностей академика Молодина, маршруты его экспедиций пролегли по всей необъятной территории Западной Сибири, вплоть до Арктики, по горам Алтая и степям Хакасии и Монголии, просторам Забайкалья и тайги Восточной Сибири, а также за пределами нашей страны – по Аляске, Кубе, Японии и Сирии.

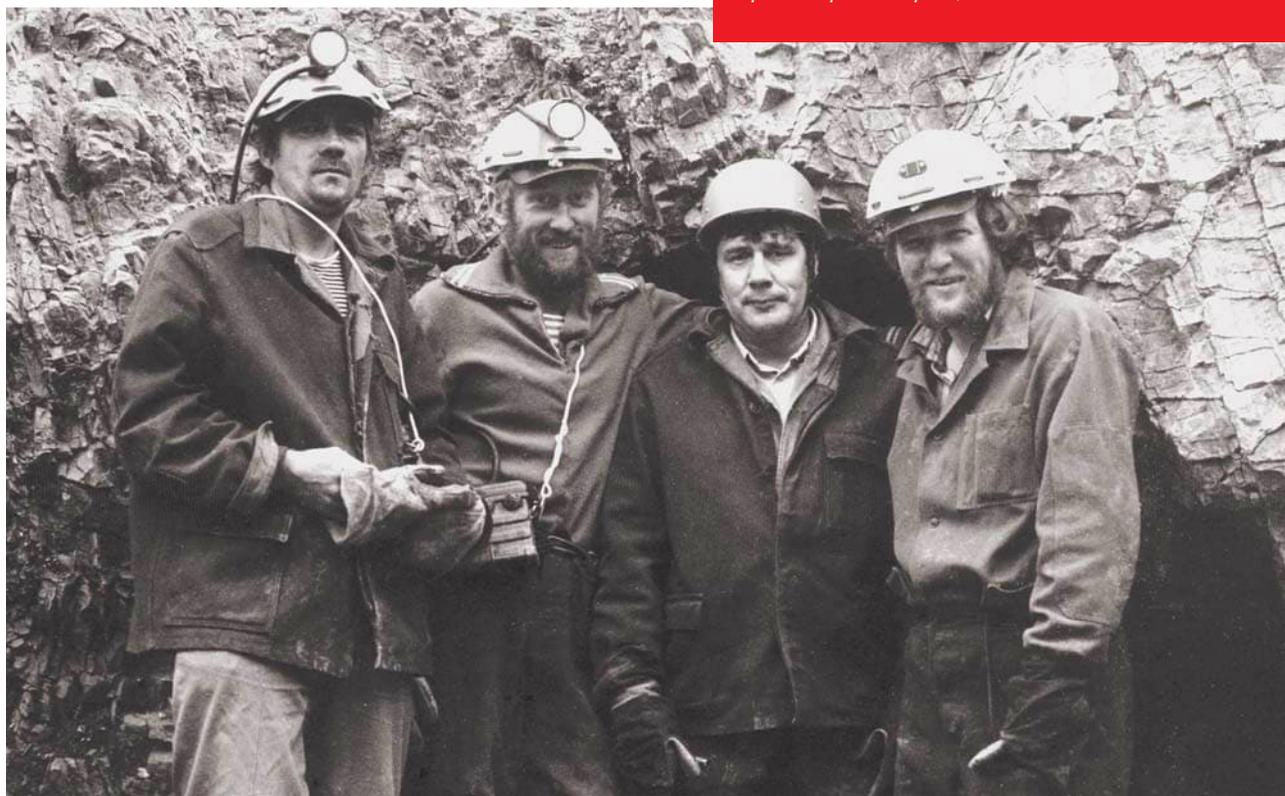
За открытие уникальных «замерзших» погребений пазырыкской культуры на плато Укок в Горном Алтае В. И. Молодин вместе с Н. В. Полосьмак в 2005 г. был награжден Государственной премией РФ.

О широте и поразительной результативности научных интересов Вячеслава Ивановича свидетельствуют почти полторы тысячи его научных трудов, включающих 62 монографии, а также научно-популярные книги, на которые он находил время даже в тяжелые постперестроечные годы.

Вячеслав Иванович Молодин – давний друг и постоянный автор нашего журнала. В новый выпуск включены статьи, специально написанные для него учениками

и коллегами, в которых рассказывается об истории Западно-Сибирского археологического отряда, о становлении палеогенетики в новосибирском Академгородке и масштабном исследовании роли собак в материальной и духовной культуре Китая, участницей которого стала представительница уже «второго поколения» научной школы академика В. И. Молодина

Айдашинская пещера. У бокового входа в пещеру слева направо: Владимир Бобров, Олег Сентябов, Игорь Овчинников и Вячеслав Молодин. Красноярский край, 1977 г.



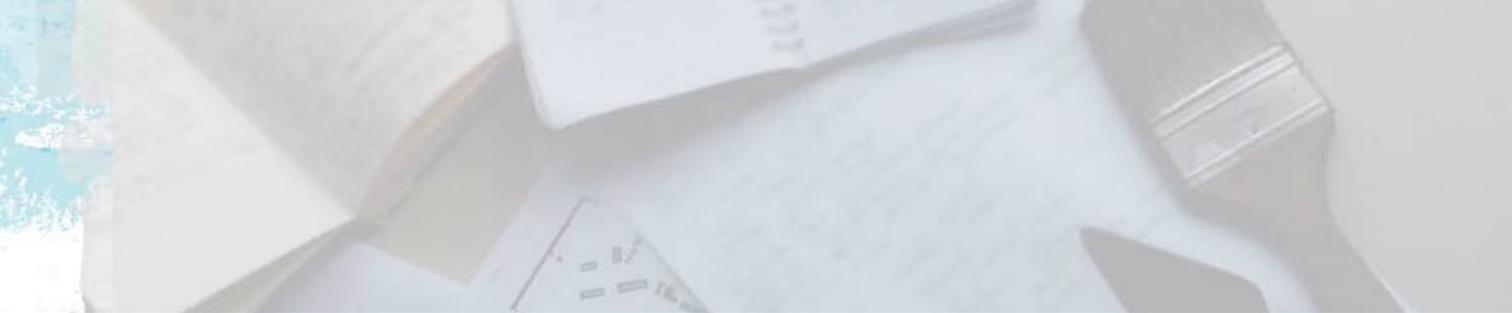
НОВОСИБИРСКИЙ —



Как известно, даже одно событие или встреча могут серьезно повлиять на цепь всех последующих событий. В студенческие годы они способны заставить сменить ориентиры и, нарушив привычный порядок вещей, резко изменить течение жизни и направить ее в новое русло. Для Александра Соловьева, студента гумфака НГУ, такой точкой поворота стала его первая археологическая экспедиция под руководством «шефа» Вячеслава Молодина

Первый раскоп: еще не ясно, где находился сам Илимский острог. Усть-Илим, 1974 г.





ИЛИМСКИЙ — ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ





А. И. СОЛОВЬЕВ

СОЛОВЬЕВ Александр Иванович – доктор исторических наук, ведущий научный сотрудник отдела археологии палеометалла Института археологии и этнографии СО РАН (Новосибирск). Участвовал в археологических работах в Горном Алтае, Обь-Иртышской лесостепи, Приобье, Приангарье. Автор и соавтор более 120 научных статей и 8 монографий

Ключевые слова: экспедиция, раскопки, лагерь, Илимский острог, начальник отряда, команда.

Key words: expedition, field works, camp, Ilim fortress, head of the team, company

© А. И. Соловьев, 2018

Май 1974 г. Прошла, пестря флажками и бантами под шелест знамен в тени портретов членов Политбюро, праздничная демонстрация. Затихли звуки торжественных маршей и броских лозунгов о светлом будущем спаянного международной солидарностью рабочего класса. У стен главного корпуса НГУ отшумела традиционная маевка. Сгорели в жарком костре куклы Мирового империализма и душителя свободы Аугусто Пиночета, произнесли свои пламенные и зажигательные речи очаровательные дочери Луиса Корвалана. Студенты, солидарные с народом Чили и другими угнетенными популяциями мира, спели песни Серхио Ортега и проскандировали почти рэповские речевки: «Все на своем пути сметая, придет в Палестину 9 Мая!», «Ударим БАМом по империализму!». Отдали долг и Великому Кормчему с его культурной революцией.

Десятое общежитие живет своей жизнью. Из хозблоков ползут дразнящие аппетит ароматы, а из-за прикрытых дверей вместе с песнями Пахмутовой и ливерпульской четверки доносятся жестковатые по тем временам сочинения Градского и гэдээровского «Пудиса». А несколько признанных аудиогуру иногда добавляют к ним тяжелые гитарные рифы будущих монстров рока *Deep Purple*, хоралы *Uriah Heep* или сумрачный баритон Джима Моррисона из *The Doors*.

Пятикурсники слоняются по общежитию, обсуждая перспективы будущего распределения, или носятся по окрестностям в поисках выгодных вариантов (желающих преподавать в сельской школе почему-то немного). За ними внимательно наблюдают четверокурсники и самые продвинутые представители третьего курса.

Они впитывают информацию, примеряя на себя наиболее предпочтительные варианты, которые позволяют ускользнуть или, по крайней мере, ослабить крепость объятий народного образования. В этом жизненно определяющем деле лучше всего чувствуют себя те, кто специализируется по истории партии – в них могут нуждаться местные, районные, заводские и прочие рабочие комитеты. Вся остальная студенческая масса пока только учится...

В учебных корпусах отзвучали последние лекции. В аудиториях непривычная тишина. Луч солнца падает на белый листок приказа, гласящего, что для прохождения археологической практики студенческие группы прикрепят к отрядам Северо-Азиатской комплексной экспедиции под руководством сотрудников Института истории, филологии и философии СО АН СССР: м. н. с. В. В. Бурилова, ст. лаб. Д. Ю. Березина и м. н. с. В. И. Молодина.

Две первых фамилии в среде гумфака были на слуху: с этими выпускниками НГУ студенты уже неоднократно ездили в поле. Валерий Васильевич Бурилов, крепкий и широкоплечий, был завзятым полевиком, с натурой широкой и вольной, как река Ангара, где работал его отряд. Дмитрий Березин – парень интеллигентного облика, был потомком известной морской династии и обладал легким характером, стальными мускулами и добрым чувством юмора. А вот третий «начальник» был студентам незнаком.

Наш строгий декан отправил меня в «вольное плавание», дав совет самому определиться, куда и с кем ехать. И здесь уже особых колебаний не было. Ну конечно же, Илимский острог – тот самый, где пребывал в ссылке А. Н. Радищев, «бунтовщик, хуже Пугачева». Да и сам острог – небольшая приграничная сторожевая крепость – мог оказаться сродни форпостам Древней Руси, что было бы весьма интересно. В библиотеке отыскалось несколько старых фотографий высоких квадратных бревенчатых башен под четырехскатными крышами с двуглавыми орлами, арками проездных ворот и частями покосившегося чостокола. К тому моменту, когда я узнал, что Вячеслав Молодин – талантливый, целеустремленный выпускник педагогического института, только что с блеском закончил аспирантуру и осенью выходит на защиту, я уже твердо знал, кто будет моим начальником в экспедиции. На мое счастье, все доброе, что я услышал о нем, полностью подтвердилось в дальнейшем.

Надо сказать, в те времена я не особенно представлял свою будущую специализацию, но менее всего для меня она высвечивалась в русле археологии: детское увлечение древностями осталось где-то далеко, в тех самых городах, куда, как известно, и «уходит детство».

Вперед – Илим

Настало лето, и вот она, моя первая археологическая экспедиция. Позади «живое» знакомство с начальником, инструктаж, перелет в Красноярск и далее, в Железногорск. Ночевка на куче вещей в центре небольшого здания местного аэровокзальчика, долгое, в течение суток ожидание автотранспорта, который должен был забросить нас к месту работ, длинная и утомительная поездка на автобусе ЛАЗ. Несмотря на открытые люки, дружный и очень хороший хор девушек, жара в салоне и резкие толчки на ухабах сводили на нет все прелести открывавшегося пейзажа.



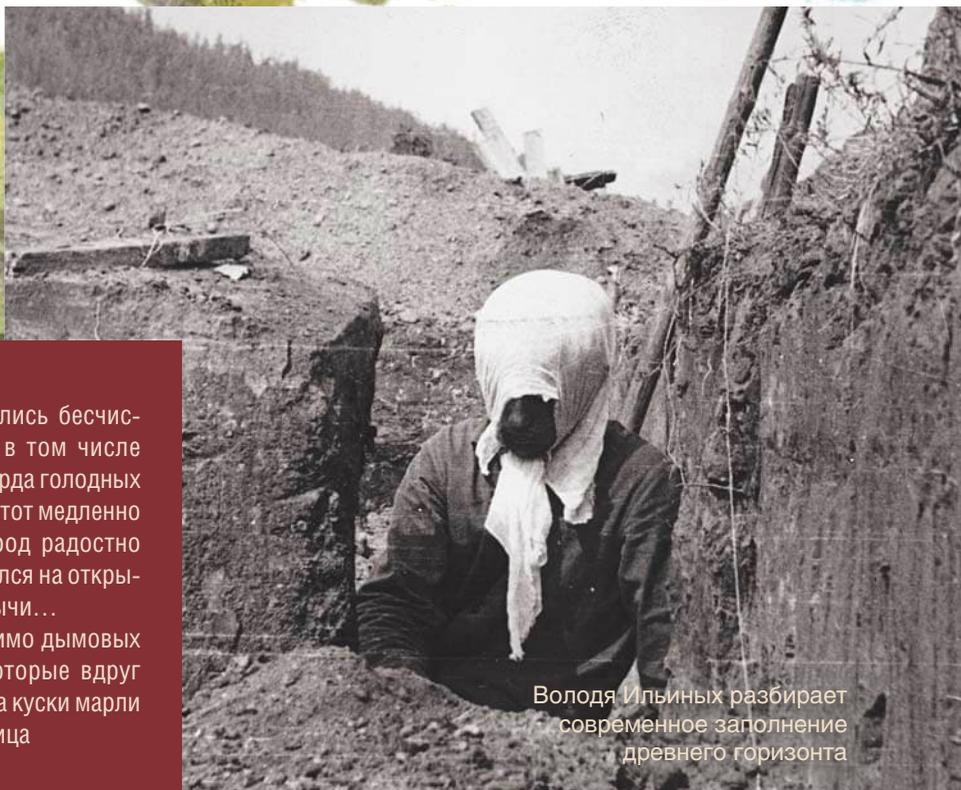


Но вот, когда мы уже привыкли к почти что морской болтанке, автобус довольно резко остановился. И когда осела волна дорожной пыли, стало ясно, что путешествию пришел конец. Быстро и бестолково выбрасываем свои тощие рюкзаки, пару коробок тушенки, ящик со специями, пищевыми концентратами и продуктами на первый случай, а также экспедиционное барахло: выдавшие виды палатки и спальники, потрепанные брезенты, лопаты, по большей части без черенков, выючный ящик с канцелярией и мелким шанцевым инструментом, пару неизвестно чем заполненных баулов и сверток бурой крафтовой бумаги. Автобус, утробно рыкнув и выбросив сизое облачко дыма, бодро укатил прочь.

Непривычная тишина, нарушаемая лишь шорохом легкого ветра да стрекотом насекомых, опустилась на маленький отряд. Мы стояли на обочине пыльной

грунтовой дороги, тянувшейся по обширной долине вдоль гор, покрытых хвойным лесом. С той стороны, откуда мы приехали, смутно виднелись перила какого-то древнего бревенчатого моста, а в другом направлении проселок, взбегая на пологий склон, терялся на взлобке дальней вершины. С правой стороны от дороги поднимался горный склон, а слева виднелось обширное, поросшее травой поле, которое вдали замыкалось еще одной цепочкой пологих гор.

Ограниченность пространства, пределы которого были гораздо ближе привычной для жителя равнин линии горизонта, вызвала странное ощущение. Казалось, мы стремительно, словно в ловчую яму, провалились в иной, крохотный и замкнутый мир, очень далекий от того, что ушел от нас вместе с автобусом, запахом бензина и машинного масла.



Володя Ипных разбирает современное заполнение древнего горизонта

В дебрях растительности размножились бесчисленные поколения членистоногих, в том числе и «волки» насекомого мира – густая орда голодных кровопийц. И когда пробил час, весь этот медленно чахнувший без пищи крылатый сброд радостно взмыл вверх и в безумной давке ринулся на открытые участки тел своей законной добычи... Спасаться от мошки и комаров, помимо дымовых костров, помогали черные очки, которые вдруг приобрели заметную популярность, да куски марли и головные платки, надвинутые на лица





Наш лагерь – вид со стороны дороги. Усть-Илим, 1974 г.

Никаких башен вокруг не было видно. Только буйство бурьяна, лебеды, пушицы и полыни вперемежку с островами конопли и крапивы. Между тем пора было искать место для лагеря. Повинуясь команде, мы врезались в царство флоры. Не прошло и пары минут, как все скрылось в вихре пыльцы и разнокалиберных и ужасно кусачих насекомых, которые с яростью саблезубого тигра вцепились в нежданных «гостей». Добравшись до островков конопли и крапивы, мы обнаружили, что их плотные стебли окружают обугленные руины разрушенных строений. Пожар уничтожил кровли и стены, оставив лишь металлическое и трудновоспламеняемое барахло, которое не стали спасать хозяева: спутанная проволока, дырявые и мятые ведра, расколотые чугунные плиты, сковородки, ухваты и много еще чего из остатков скарба сельского жителя.

Здесь когда-то стоял поселок, жители которого были переселены из зоны затопления будущей Усть-Илимской ГЭС, а жилые и хозяйственные строения, как это не раз случалось в лихие исторические годы, были «преданы огню». Вся его территорию

вместе с руинами тут же освоила прыткая растительность, жадно пускающая корни на любом свободном клочке земли.

Но вот трава расступилась, и показалась небольшая прогалина, за ней угадывался обрыв, под которым искрилась река. Свежий ветерок, потянувший снизу, понемногу сдувал крылатую голодную рать. Старшие товарищи быстро соорудили костер, бросили в него травы, и спасительный густой горький белый дым растекся над пространством. Практикантов отправили собирать горючий материал, а сами «старики» вместе с начальником стали разбивать лагерь, искать удобный спуск к реке, организовывать на берегу место для кухонного костра и «пищблока». Найденные скамейка да пара досок, уложенных поверх чурок, стали на все последующее время нашим столовым гарнитуром.

В маленькой двухместной палатке были устроены хозблок и камералка. В трех шестиместных разместились: девическая и мужская половина студентов НГУ, а также старшие коллеги и наставники, студенты Новосибирского пединститута, которые уже не раз бывали

в экспедиции вместе с руководителем. Нам предложили бросить поверх травы на дне палаток какие-нибудь доски, чтобы не спать на голой земле и чтобы не отсырели спальные мешки, собрать которых могли служить еще казакам В. К. Арсеньева во время их странствий по дебрям Уссурийской тайги. Девушкам, разумеется, жилые апартаменты были предоставлены уже в готовом виде.

Друзья-товарищи

Женская часть нашего отряда состояла из Натальи Полосьмак, Марины Кузнецовой, которую с легкой руки начальника стали называть Мусей; Ольги Старцевой, Любы Фадеевой, Галины Тумуровой, Ларисы Гласковой и Али Медведевой. Аля вскоре вызвалась постоянно дежурить

Члены Илимского экспедиционного отряда, студенты НГУ: *первый ряд* – Лариса Гласкова, Наталья Полосьмак, Марина Кузнецова, Люба Фадеева, Аля Медведева; *второй ряд* – Володя Догаев, Володя Ильиных, Саша Соловьев, Володя Голобоких, Ольга Старцева и Галина Тумурова





Сильная половина практикантов из НГУ: Владимир Ильиных, Владимир Догаев, Владимир Голобоких, Александр Соловьев, Виктор Добжанский. Усть-Илим, 1974 г.

на кухне, избавив подруг от не самой светлой сферы полевой практики, а всех членов отряда от пищевых экспериментов неопытных коллег.

Обитателями нашей студенческой палатки стали пятеро. Владимир Догаев, бывший пограничник с несколькими вальяжными манерами и хорошо поставленным голосом (впоследствии он стал заметным в Новосибирске театральным деятелем), работал без особого огонька, но в критической ситуации проявлял себя с самой лучшей стороны. Владимир Голобоких (тогда «элитный» житель Академгородка, а ныне гражданин США) незадолго до этого перевелся на гуманитарный факультет с экономического. Доказывая преимущество политэкономии над заурядной историей, а тем более археологией, он иногда извлекал из недр сумки толстенный том «Капитала» Маркса. Полной ему противоположностью был Владимир Ильиных (ныне доктор исторических наук), родом из Краснозерского района, кипучая энергия которого постоянно требовала выхода.

И, наконец, Виктор Добжанский, будущий профессор Кемеровского госуниверситета, который был

фактически ровесником нашему начальнику и грезил русской и славянской археологией. Несмотря на внешнюю суровость, он оказался удивительно светлым, добрым и отзывчивым человеком.

«Старики» – студенты истфака пединститута – были фактически первым составом Новосибирского отряда Северо-Азиатской комплексной экспедиции, временно переименованного в связи с работами в зоне затопления в Илимский. Александр Арапов, очень хозяйственный и мастеровитый, среди друзей был известен как Шура Таежник. Александр Липатов, от которого исходило ощущение доброты, надежности и силы и который вполне мог найти свое место в кино, в каком-нибудь сериале из истории Древнего Рима или Древней Руси. Прекрасный музыкант, он на своем неизменном баяне сходу мог подобрать аккомпанемент к любой песне, так тепло и душевно звучащей у костра. Виктор Корякин, крепкий и очень лиричный, был из тех людей, которых любят дети и животные. Очень приятный в общении студент Сергей Тихонов, отвечавший за снабжение нашего отряда, показал себя прекрасным дипломатом.

К «старичкам» относилась и Надюша Нечипуренко (Липатова) – тонкая, стройная девушка с мягкими чертами лица и тугим узлом волос на затылке. Очень доброжелательная, с легким характером и всегда готовая рассмеяться, она могла при случае твердо настоять

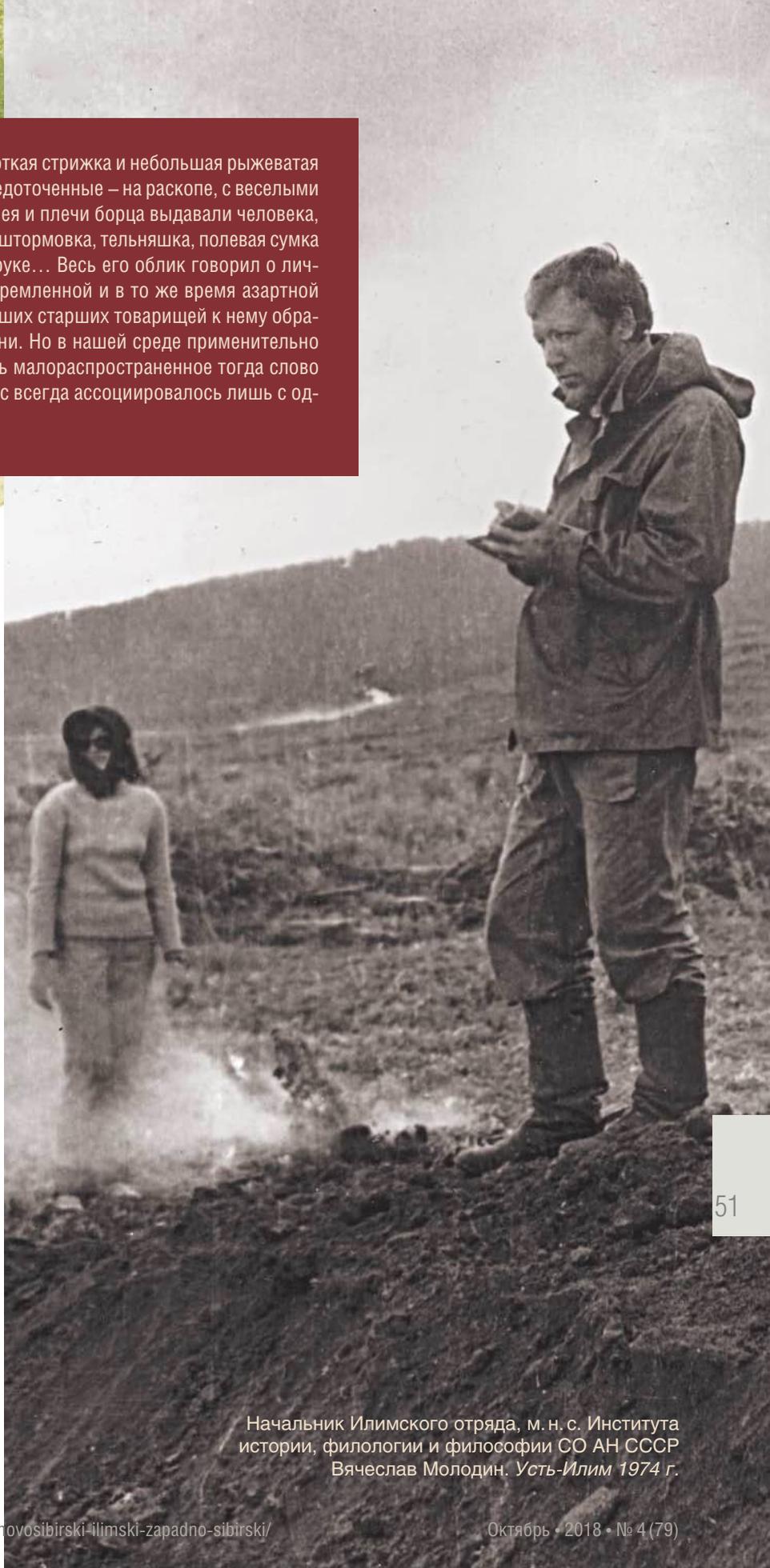
Начальник – Вячеслав Молодин. Короткая стрижка и небольшая рыжеватая борода, серые глаза, строгие и сосредоточенные – на раскопе, с веселыми и озорными искорками – в лагере. Шея и плечи борца выдавали человека, отдавшего свой долг спорту. Зеленая штормовка, тельняшка, полевая сумка через плечо, дневник и карандаш в руке... Весь его облик говорил о личности, безусловно, волевой, целеустремленной и в то же время азартной и увлекающейся. В кругу друзей и наших старших товарищей к нему обращались по-дружески, просто по имени. Но в нашей среде применительно к начальнику как-то сразу прижилось малораспространенное тогда слово «шеф», которое с тех самых пор у нас всегда ассоциировалось лишь с одним-единственным человеком

на своем. Закончив институт с красным дипломом, она посвятила себя преподаванию в школе, и еще не раз в будущем ее ученики приезжали к нам в экспедицию. Надя прекрасно пела и была одним из авторов ставшей популярной среди археологов песни «Шумят березы тихо над раскопами». Вечерами у костра мы часто слышали замечательное трио Нади, нашего начальника и Александра в сопровождении бессменного баяна.

Магия «поля»

Во время краткого инструктажа мы узнали, что единственная сохранившаяся Спасская башня острога в прошлом году была разобрана и увезена, поэтому точной привязки к искомому объекту пока нет. Затем мы получили шанцевый инструмент, к заметной части которого были только что приделаны разнокалиберные рукояти, и, дабы не терять зря время, были направлены на место будущих раскопок, где уже начинались работы.

Отыскать раскоп оказалось несложно. На него указывало медленно плывшее над травой белое облако дыма, испускаемое кострами по периметру вскрываемой площади. Внутри двигались фигуры с лопатами, медленно, сантиметр за сантиметром, срезая тонкие пласты грунта, которые после просмотра удалялись. До сих пор попадалась



Начальник Илимского отряда, м. н. с. Института истории, филологии и философии СО АН СССР Вячеслав Молодин. Усть-Илим 1974 г.



Светловолосая Марина Кузнецова, которую вскоре с легкой руки начальника стали называть Мусей, и ее подруга Наталья Полосьмак в полном защитном облачении.
Справа: подарок Шефу – букет цветов

52

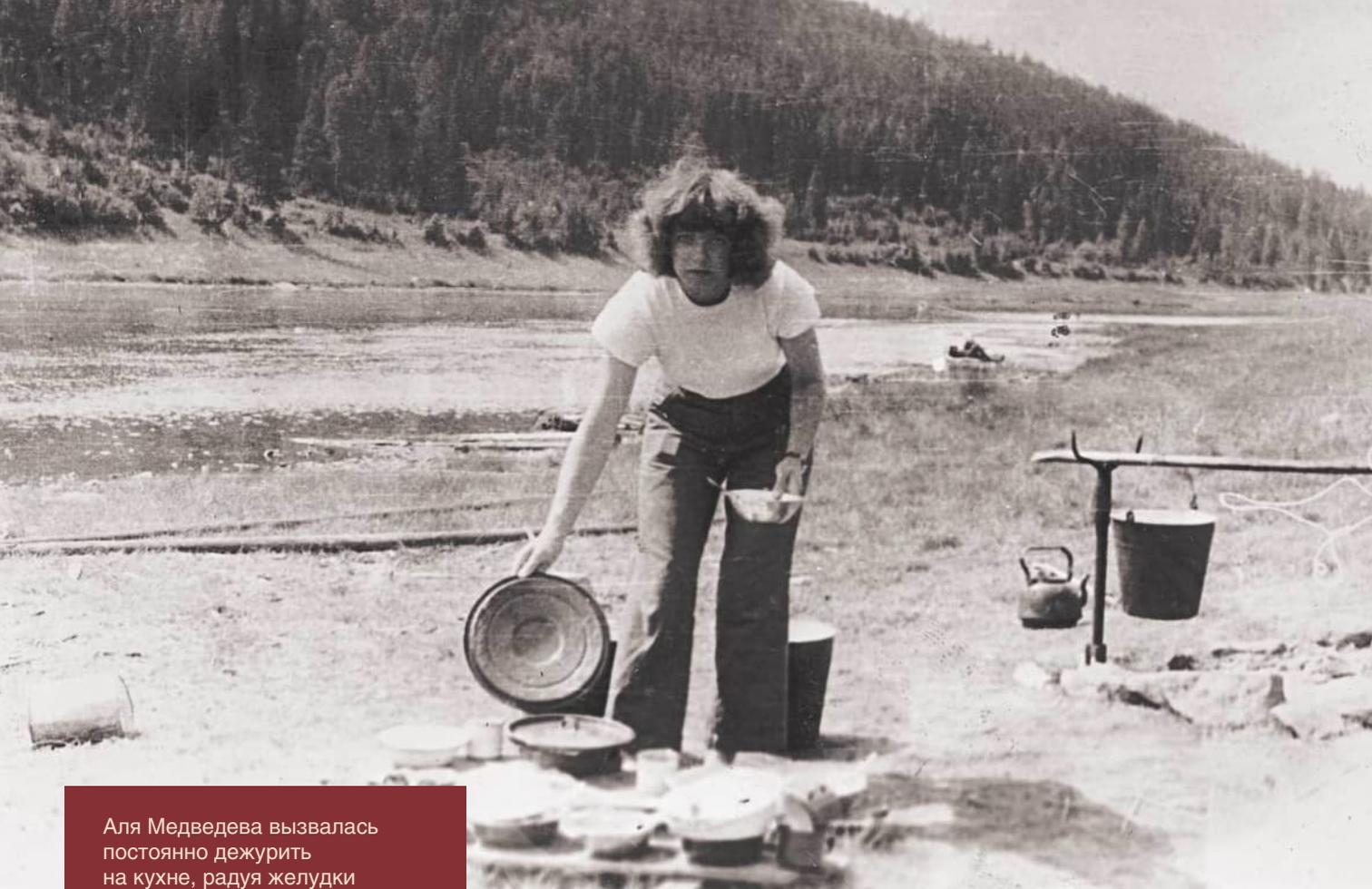


всякая мелочь: гвозди, фрагменты битой посуды, осколки чугунок... Правда, среди находок была и пара монет с двуглавыми орлами, что возбуждало любопытство.

На раскопе с двумя деревянными портновскими линейками и строительным уровнем появилась Надя, которой ассистировал Володя Ильиных. По одной линейке выставляли уровень, а другой измеряли расстояние от ее конца до находки. Надя громко озвучивала непонятную тогда для нас цифирь в сопровождении таких же непонятных комментариев. Они же натягивали рулетки к находкам от стенок раскопа или крестообразной стенки, рассекавшей на квадраты вскрываемую площадку, и тоже при этом называли цифири. Шеф, стоявший на краю раскопа, все эти данные записывал и что-то рисовал на большом куске миллиметровки.

Между тем стали неотвратимо проявляться последствия гудящей атаки, которую по дороге к раскопу вновь обрушили на нас крылатые аборигены. Глаза начали превращаться в узкие щели, лица полнеть от впрыснутого яда, приобретая явные монголоидные



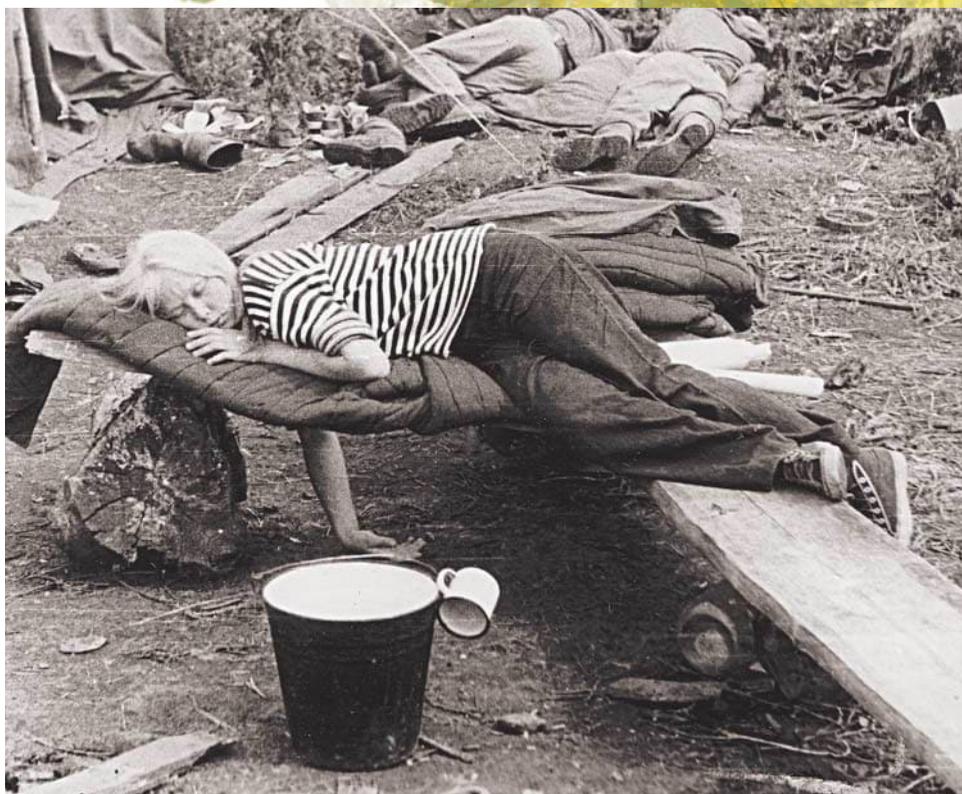


Аля Медведева вызвалась постоянно дежурить на кухне, радуя желудки экспедиционников.
Усть-Илим, 1974 г.

Летний зной гнал из палаток,
в полдень сон опускался
на лагерь

черты. Положение дел исправили пляжные очки, да куски марли и головные платки, надвинутые на лица. Впрочем, понемногу мы перестали обращать внимание на мошку и комаров, а вскоре и совсем забыли об их существовании.

Когда все манипуляции с измерительными инструментами были окончены, Шеф распорядился вынести кусок разбитой плиты, лежавшей в раскопе. Мы потянули за край, перевернули ее, и... На гладкой поверхности показалась забитая землей славянская вязь «Лета... года скончался сын подканцеляриста Никифора...», которая обрывалась изломом. Ниже были заметны фрагменты еще нескольких слов, одно из которых можно было истолковать как «погробен».





Вот они – стены Илимского острога,
за ними – фундамент башни

Шеф объяснил, что мы нашли надмогильную плиту и вышли на участок острога, который, как оказалось, прилегал к часовне XVII в. Но ни часовни, ни погоста на схематичном плане, скопированном из чертежных книг того времени, обозначено не было. Определить расположение воеводского дома, найти который было одной из целей нашей экспедиции, все еще было невозможно. Азарт поиска быстро нарастал...

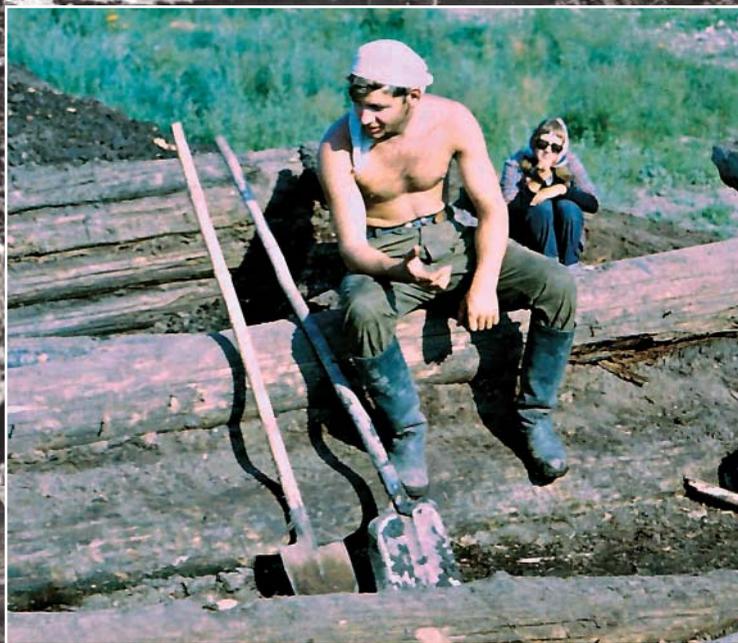
Потом были разбиты еще раскопы, в которых найдены дом с подклетью, остатки часовни, участки кладбища. Под проселочной дорогой была обнаружена солидная труба из лиственничных бревен, закрепленных вокруг квадратных рам, с забутованными глиной и щебнем щелями. Но все эти находки по-прежнему не давали возможности сделать привязку к схематичному плану: неуловимый острог и воеводский дом продолжали ускользать от археологов...

Наконец, после унылого и затяжного дождя мы с Виктором Добжанским набрали на участок осевшего берегового обрыва, из которого торчало несколько крупных бревен. Так была обнаружена часть внешней стены, за которой скрывался фундамент башни. Далее были раскопки, разбор стянутых прочной мерзлотой слоев щепы, строительного мусора и перегородя, который

оттаивал зелеными лужицами, освежая атмосферу крепким запахом скотного двора.

Затем была найдена еще одна труба, меньшего диаметра, устье которой вышло в бревенчатый отсек между башней и стеной. Была «умелая» работа Саши Арапова, в результате которой из недр трубы излился могучий поток желто-зеленой влаги, накопленной за столетия в подземных резервуарах и быстро заполнившей расчищенный отсек. Было и полное риска подземное «путешествие» нашего Шефа по жерлу большой трубы. Не каждый бы рискнул на это далеко не простое и безопасное мероприятие – нас мороз продрал по коже, когда из темных глубин ее утробы донесся его голос, далекий и потусторонний.

Были и походы на скалу Радищева. И, конечно же, увлекательные беседы и душевные песни у костра под темным, бездонным илимским небом, с искрами, взлетающими к россыпи звезд... И добрые отношения между людьми, которых так не хватало в том далеком городском мире.





Эта магия поиска, радость открытий, а главное, дружба и тепло человеческого общения, которые разливались в отряде, ставшем в то время для меня почти что второй семьей, и стали главной причиной, что привела меня в конце концов в археологию. Положа руку на сердце, могу сказать, что именно эта удивительная и неповторимая атмосфера отряда влекла меня несравненно больше и была намного важнее, чем какие-то личные научные достижения.

Дух Илимского отряда

А дальше были раскопки средневековых памятников и поселений эпохи бронзы в Коченевском районе Новосибирской области, тагарских курганов в Хакасии, стоянок каменного века в Кузбассе, палеолитических памятников афанасьевских некрополей на Алтае, ставшей впоследствии такой знаменитой Денисовой пещеры в долине Ануя... А также средневековых погребений и поселений в Обь-Иртышье и на Ангаре, в Барабинской лесостепи и Приобье, «мерзлотных» курганов пазырыкской культуры, о которых мне в детстве рассказывала мама, на плато Укок и городских центров в Японии... Новосибирский археологический отряд незаметно стал Западно-Сибирским. Ушел в свой поход по жизни его первый состав, команда менялась, но в ней по-прежнему витал дух удивительного времени того самого, незабвенного Илимского отряда.

На следующий полевой сезон для продолжения работ на Илеме наш Шеф получил машину, а вместе с ней приобрел замечательного водителя и своего, наверное, самого большого и верного друга Олега Сентябова, который с тех самых пор стал бессменным спутником во всех его экспедиционных странствиях и, вместе с Шефом, своего рода лицом Западно-Сибирского отряда. Вместе со «стариками» поехали на Илим и студенты нашей маленькой университетской команды: Виктор Добжанский и Наталья Полосьмак, будущий член-корр., которая разделила с нашим Шефом весь его дальнейший жизненный путь. Тогда же в состав отряда влилась студентка пединститута Людмила Лаптева (с 1977 г. – Мыльникова). Именно они на многие последующие годы стали основой отряда, а д. и. н. Л. Н. Мыльникова и сейчас – «правая рука» академика Молодина в его экспедиционных исследованиях.

С высоты минувших лет становится ясно, что жизненным стержнем, вокруг которого объединялись люди и благодаря которому до сих пор существует Западно-Сибирский отряд, был наш Шеф – Вячеслав Иванович Молодин, деливший с нами все радости и тяготы экспедиционной жизни. Именно с ним, в бытность его аспирантом, ездили до конца учебы в вузе ребята первого состава. Именно он незаметно заложил тот дух коллективизма, равенства и взаимовыручки, который мы захватили на нашей илимской практике и который живой нитью протянулся через все десятилетия экспедиционной жизни отряда.



Одной из ярких черт нашего начальника была широта интересов. Соответственно деятельность его отряда была связана с научным поиском в самых разных областях, буквально от палеолита до этнографии



Слева вверху: завершение сезона на памятнике Сопка-2.

Слева направо: Галина Галямина, Владимир Чибиряк, Елена Шумакова, Марина Чемякина, Дмитрий Березин, Ольга Новикова, В. И. Молодин, Олег Сентябов, лайка Илим, спаниель Пит. Венгеровский район, Новосибирская область, 1985 г.

Вверху: В. И. Молодин и В. В. Бобров обсуждают проблемы стратиграфии на палеолитической стоянке Шестаково. Кемеровская область, 1977 г.

Справа: на раскопках погребений пазырыкской культуры. Плато Укок, Горный Алтай, 1993 г.



Одной из ярких черт нашего начальника была широта интересов. Соответственно деятельность его отряда была связана с научным поиском в самых разных областях, буквально от палеолита до этнографии. Еще на Илиме, бродя среди развалин заброшенного поселка, мы собирали этнографический материал русского населения Приангарья, относившийся к быту конца XIX – начала XX в. Именно отсюда Шеф привез в музей института великолепную деревянную скульптуру Иисуса Христа.*

Везде, где разбивал свой лагерь отряд В. И. Молодина, он проводил мониторинг окрестностей и всех известных археологических памятников, поиск, а по возможности и исследование новых объектов исторического наследия. При этом Шеф никогда не учил нас специально, не читал нам тематических лекций (на моей памяти такое было всего пару раз), но всегда терпеливо и подробно отвечал на все вопросы, невзирая на степень их дилетантизма. Он сразу же доверял нам самостоятельную работу на объектах. И надо сказать, что сам В. И. никогда не пренебрегал голосами «снизу»: он всегда

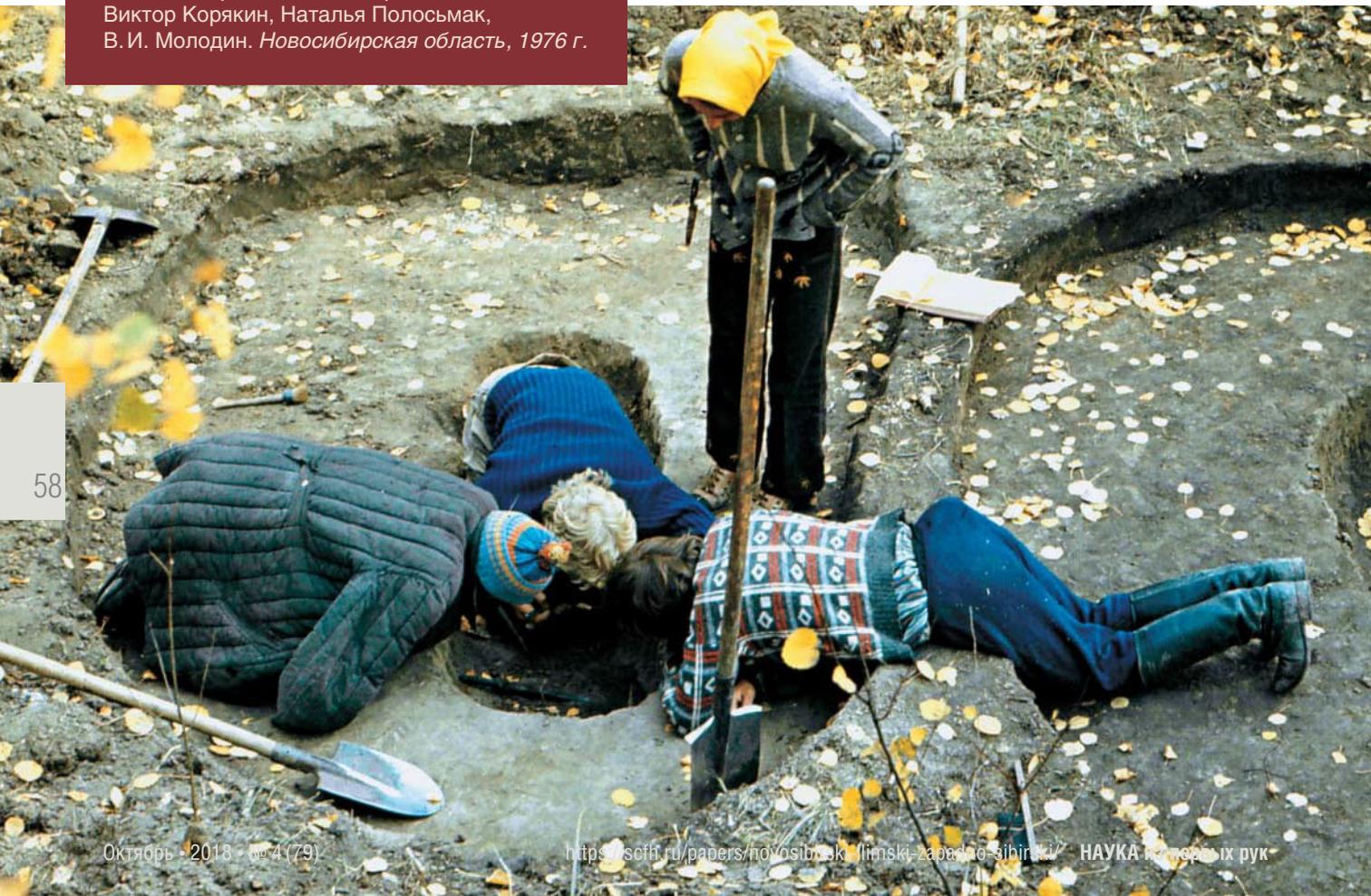
вслушивал мнение «народа» и пробовал найти в нем зерно истины и рационализма.

Мы учились в общении с ним, впитывая информацию, которая затем всплывала при решении загадок, часто преподносившихся раскопками, при обсуждении стратегии и методики исследования, анализе полученного материала, при встречах и беседах с известными специалистами самого высокого научного уровня, с которыми сводила нашего начальника экспедиционная жизнь и исследовательская деятельность, от академика А. П. Деревянко и других выдающихся российских исследователей и заканчивая учеными Японии, Кореи, США и Германии.

Наш начальник всегда был очень увлеченным человеком. Археология как наука, неотъемлемой частью которой являются экспедиции, стала, без обиняков, его настоящей жизнью. И во времена нашего студенчества, и многие годы спустя мы не возвращались из поля раньше начала ноября. Если уже было затруднительно копать, занимались разведкой, благо трава в это время жухла и ложилась, и все затянутые ею памятники ре-

Один из самых интересных памятников эпохи позднего средневековья – Кыштовка-2. У «окна в прошлое»: Виктор Добжанский, Виктор Корякин, Наталья Полосьмак, В. И. Молодин. Новосибирская область, 1976 г.

* Подробности этой удивительной находки ищите в книге В. И. Молодина «Меч Каролингов» (Новосибирск: Инфолио-Пресс, 2006)





Дорога, которая шла через острог, мало изменилась за последние века. После дождя она была доступна лишь конному да пешему. На фото: Марина Кузнецова, В. И. Молодин, Виктор Корякин.

Справа внизу: одна из последних находок. Бараба, Венгеровский р-н, 2018 г.

льефно выступали над поверхностью земли. В ту пору Шеф умел создать такой душевный подъем и творческий порыв, что объем проводимых работ и сейчас вызывает у меня удивление. В такие моменты даже водители, у которых и своих забот было полно, вместе с археологами хватались за лопату.

За минувшие десятилетия сменилось несколько поколений членов нашего экспедиционного отряда. Через его ряды прошла не только целая плеяда специалистов, но и люди, чья жизнь не была связана с наукой, но которые в течение нескольких лет посвящали не один свой день непростым экспедиционным будням. И все, кто побывал у В. И. в поле (это подтверждается личными впечатлениями от встреч, уже спустя годы), сохранили в душе добрую память и заряд творческой, живой энергии вместе с частичкой тепла от огня, зажженного в те далекие времена аспирантом Вячеславом Молодиным. Огня, который горит до сих пор.

Литература

Молодин В.И. *Древнее искусство Западной Сибири*. Новосибирск: Наука, 1992. 192 с.

Молодин В.И., Савинов Д.Г. Елагин В.С. и др. *Бараба в тюркское время*. Новосибирск: Наука, 1988. 176 с.

Молодин В.И. *Древности плоскогорья Укок: тайны, сенсации, открытия*. Новосибирск: ИНФОЛИО-Пресс, 2000. 189 с.



В публикации использованы фото из архива автора и рисунки Лены Шумаковой



«Раскопки» в чистой зоне,

Не секрет, что в современной науке много нового и перспективного рождается на стыке разных направлений. Междисциплинарный подход, объединяя далекие научные дисциплины, дает удивительные результаты, благодаря чему даже, казалось бы, всесторонне исследованный объект может вдруг заиграть новыми красками. И спустя время научное сообщество начинает воспринимать новый научный «тандем» уже как нечто естественное и даже очевидное. Одним из таких ярких примеров является палеогенетика – область науки, не так давно родившаяся на стыке молодой, бурно развивающейся молекулярной генетики и классической археологии, история которой насчитывает не одно столетие



ПИЛИПЕНКО Александр Сергеевич – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий межинститутским сектором молекулярной палеогенетики Института цитологии и генетики СО РАН (Новосибирск), старший научный сотрудник Института археологии и этнографии СО РАН и Новосибирского государственного университета. Автор и соавтор более 70 научных работ

Ключевые слова: палеогенетика, древняя ДНК, древние популяции человека, генофонд, митохондриальная ДНК, Y-хромосома, миграции, анализ степени родства индивидов, новосибирский Академгородок, ИЦиГ СО РАН, ИАЭТ СО РАН.
Key words: paleogenetics, ancient DNA, ancient human populations, gene pool, mitochondrial DNA, Y-chromosome, migrations, kinship analysis, Akademgorodok (Novosibirsk), ICG SB RAS, IAET SB RAS

или



Палеогенетика

В Новосибирском Академгородке

Название дисциплины говорит само за себя: объектом исследования *палеогенетики* является «древняя» ДНК, сохраняющаяся в биологических останках разного возраста. Одно из последних выдающихся достижений в этой области – открытие нового подвида древних людей, сделанное на основе анализа ископаемых останков возрастом около 50 тыс. лет, обнаруженных в Денисовой пещере на Горном Алтае. Но путь нового междисциплинарного научного направления к таким сенсациям был непростым, хотя и относительно недолгим.

Первые успешные работы по получению и анализу структуры древней ДНК из останков вымерших животных и египетской мумии вызвали настоящий взрыв интереса не только в научном сообществе, но и во всем мире (Higuchi *et al.*, 1984; Paabo *et al.*, 1985). В последующие несколько лет палеогенетики исследовали самые разные объекты, от останков не так давно умерших известных личностей и вымерших животных из музейных коллекций до окаменелых костей динозавров и насекомых из янтаря возрастом десятки миллионов лет.

Палеогенетик Александр Пилипенко осваивает археологическую науку.
Венгеровский район,
Новосибирская обл., 2009 г.

© А. С. Пилипенко, 2018



Однако эта волна оптимизма быстро сменилась горьким разочарованием, когда стал очевиден масштаб проблемы загрязнения древней ДНК современной, не говоря уже о ее деградации с течением времени, в результате чего даже в самых благоприятных условиях ДНК не может сохраняться дольше миллиона лет. Многие открытия были «закрыты» или подвергнуты жесткой критике, а самой палеогенетике на протяжении большей части 1990-х гг. пришлось всеми силами доказывать свое право на существование. И лишь создание четкой системы критериев достоверности полученных результатов, включающих оценку степени деградации древней ДНК, введение ряда строгих мер по предотвращению загрязнения образцов ДНК из ископаемого материала на всех этапах работы, начиная от момента обнаружения, а также усовершенствование технологии подготовки образцов для секвенирования позволили палеогенетике уже в нашем веке буквально родиться заново как полноценной науке с хорошим методологическим заделом.

Первые шаги палеогенетики в Сибири

История становления палеогенетических исследований в новосибирском Академгородке началась с исследования мумий. Когда в середине 1990-х гг. на горном плато Укок были обнаружены погребальные комплексы пазырыкской культуры, где в вечной мерзлоте прекрасно сохранились не только ткани и изделия из кожи и дерева, но и тела погребенных, руководство Института археологии и этнографии СО РАН приняло решение провести максимально широкое изучение уникальных находок с использованием всех доступных на тот момент методов естественных наук.

Так, в результате сотрудничества археологов из Института археологии и этнографии СО РАН и молекулярных генетиков из Института цитологии и генетики СО РАН в ходе реализации Международной программы комплексных исследований «Пазырык» в середине 1990-х гг. состоялось первое палеогенетическое исследование, в результате которого из мягких тканей пазырыкских мумий была выделена митохондриальная ДНК. Куратором и научным руководителем этих исследований со стороны ИАЭТ СО РАН стал академик В. И. Молодин, который вместе с Н. В. Полосьмак был одним из главных авторов открытия уникальных погребений. Со стороны ИЦиГ СО РАН работала группа под руководством М. И. Воеводы и А. Г. Ромашенко.

Вечная мерзлота на плато Укок обеспечила исключительную сохранность древней ДНК из мумифицированных останков. Но для дальнейших работ нужно было освоить палеогенетический анализ гораздо более

Большая часть материалов в палеоантропологических коллекциях представлена костными останками, из них наиболее пригодными для проведения молекулярно-генетического анализа признаются зубы и длинные кости конечностей. Очень высокая сохранность ДНК характерна для пирамиды височной кости черепа. Останки мягких тканей и волосы лишь изредка сохраняются в особенно благоприятных условиях среды (в мерзлоте, очень сухом климате), поэтому неудивительно, что именно мумии первоначально привлекали внимание палеогенетиков. Сейчас мягкие ткани, в отличие от костей и волос, не считают хорошими источниками для выделения древней ДНК

массового, но намного менее сохранного (в отношении ДНК) материала – ископаемых костных (скелетных) останков, что требовало освоения сложных молекулярно-генетических методов и создания особых условий для работы. Однако отсутствие соответствующей материально-технической базы в конце 1990-х – начале 2000-х гг. существенно задержало развитие палеогенетики в Новосибирске, как и в других научных центрах России, где такие попытки предпринимались.

В 2006 г. международная российско-германско-монгольская экспедиция, руководителем которой с российской стороны был академик Молодин, обнаружила и исследовала на территории Монгольского Алтая новые «замерзшие» пазырыкские погребения. Именно это открытие, получившее широкий резонанс, во многом послужило поводом для реконструкции палеогенетической инфраструктуры ИЦиГ СО РАН, и центральную роль в этом вновь сыграл В. И. Молодин, все эти годы неустанно доказывавший перспективность развития отечественной палеогенетики.

В результате в 2009 г. в новосибирском Академгородке появилась специализированная лаборатория палеогенетических исследований, которая силами двух институтов, ИЦиГ и ИАЭТ, выросла в *межинститутский сектор молекулярной палеогенетики* – хорошо оснащенное современным приборным парком научное подразделение. Одновременно сформировалась и команда молодых палеогенетиков, археологов и антропологов, исследования которых полностью сконцентрировались на анализе древней ДНК: мировой опыт убедительно показал, что из-за очень жестких требований к условиям проведения палеогенетических работ их невозможно совмещать с другими генетическими исследованиями.



Мумифицированное тело женщины из «замерзшего» погребения пазырыкской культуры. Горный Алтай, курган 1 могильника Ак-Алаха 3

Реконструкция женского костюма из могильника Ак-Алаха 3.
Рис. Д. Позднякова

Первым объектом исследования палеогенетики в мире стала ДНК из мягких тканей египетской мумии, а в Сибири – пазырыкской

Барабинская «бронза»

Уже в 2010 г. вышла статья, посвященная результатам молекулярно-генетического анализа «монгольских» пазырыкцев, которая стала первой отечественной публикацией по палеогенетике в авторитетном международном журнале (Pilipenko *et al.*, 2010). Одновременно новосибирские исследователи учились анализировать большие серии образцов древней ДНК, что позволяло изучать древние популяции, а не отдельных индивидов. В результате удалось подойти к реализации

давней мечты – анализу *диахронного материала*, т.е. полученного от групп древнего населения, которые последовательно сменяли друг друга на одной и той же территории. Таким образом можно непосредственно проследить, как менялся генетический состав населения со временем.

Я пришел в ИЦиГ СО РАН в качестве студента-дипломника как раз в то время, когда группа палеогенетиков работала над освоением методов получения и анализа ДНК из костных антропологических материалов. Моя дипломная работа, выполненная в 2004–2006 гг.,

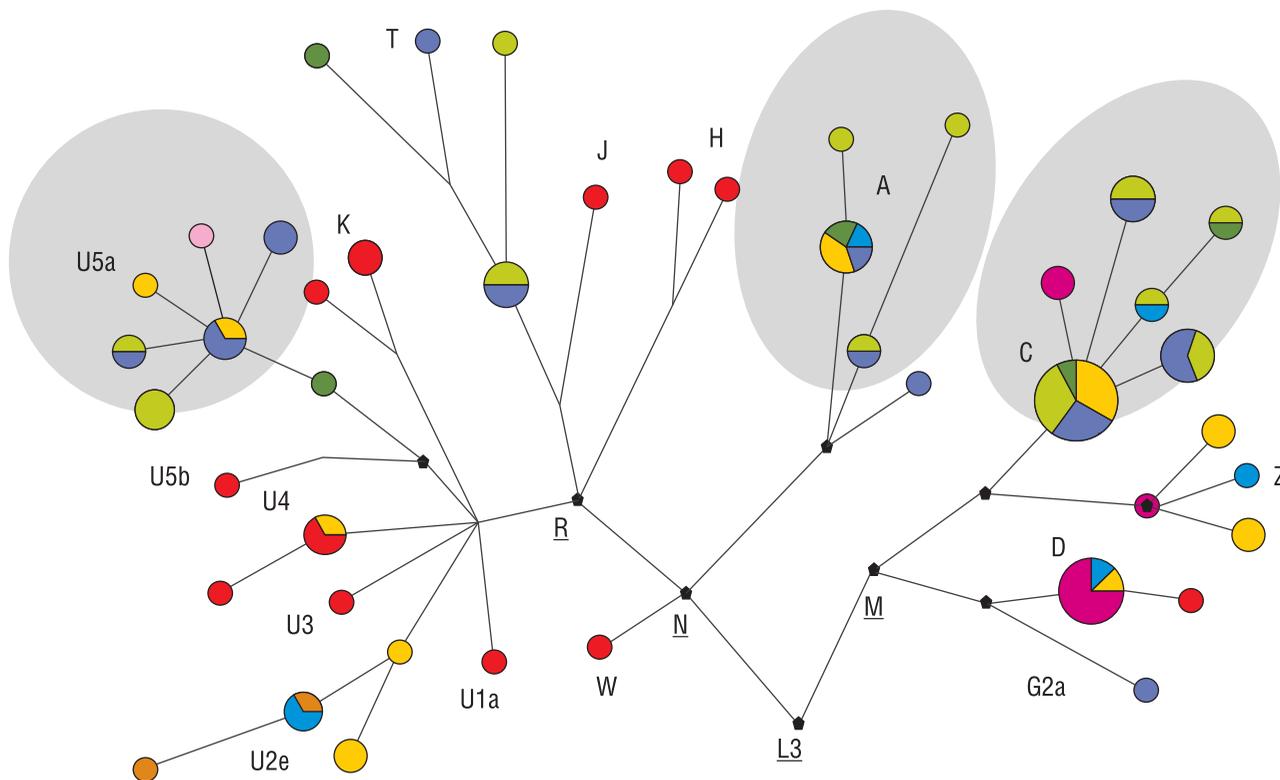


К палеогенетической лаборатории предъявляются гораздо более строгие требования, чем к обычной: высокая степень очистки воздуха, стерильное оборудование, которое не может быть использовано для других работ, специальная экипировка сотрудников, сверхчистые боксы, а также соблюдение специальных мер, предотвращающих загрязнение материала при сборе, хранении, доставке и подготовке к анализу.
На фото: А. С. Пилипенко в палеогенетической лаборатории ИЦиГ СО РАН. Новосибирский Академгородок

была посвящена палеогенетике населения эпохи бронзы Барабинской лесостепи, которое и стало первым объектом для диахронного анализа.

Собственно говоря, вопрос о выборе подходящей модели для такого исследования даже не стоял. К этому времени В. И. Молодин на основе результатов более чем 30-летних полевых исследований разработал обоснованную классификацию этнокультурных групп Барабы эпохи бронзы. Были охарактеризованы особенности их материальной культуры и направления культурного взаимодействия с населением других регионов. И, что особенно важно, собрана уникальная коллекция палеоантропологических останков представителей населения Барабы всех хронологических этапов эпохи бронзы. Как объект для палеогенетики, эта модель имеет в мире очень мало аналогов.

Результаты первого диахронного исследования генофонда митохондриальной ДНК населения Барабы эпохи бронзы были представлены в 2010 г.



Схематическое изображение филогенетического дерева митохондриальной ДНК представителей населения Барабы различных периодов эпохи бронзы. Кругами обозначены отдельные структурные варианты мтДНК (размер круга пропорционален численности обнаруженных индивидов – носителей данного структурного варианта мтДНК). Контурами выделены группы мтДНК, маркирующие генетическую преемственность между разновременными популяциями

- | | |
|---|---|
| ■ Переход от бронзы к железу
конец II в. до н. э. | ■ Ранняя кротовская культура
начало II в. до н. э. |
| ■ Эпоха поздней бронзы
вторая половина II в. до н. э. | ■ Одиновская культура
III в. до н. э. |
| ■ Андроновская культура
первая половина II в. до н. э. | ■ Усть-Тартасская культура
IV в. до н. э. |
| ■ Позднекротовская культура
первая половина II в. до н. э. | ■ Неолитическое население
VI–V в. до н. э. |

на международной конференции в Берлине. Впоследствии мы тиражировали этот опыт на материалы с других территорий и других хронологических эпох, а также расширили спектр маркеров, не ограничиваясь одной лишь митохондриальной ДНК.

Общее научное руководство междисциплинарным коллективом все эти годы осуществлял Вячеслав Иванович Молодин. Именно ему мы обязаны тем, что в основу работы нашего подразделения лег принцип тесного взаимодействия генетиков и археологов на всех стадиях исследования, от выбора модели и соответствующих антропологических материалов до «исторической» интерпретации полученных молекулярно-генетических данных. Взаимопонимание между специалистами далось нелегко и потребовало не только многочисленных дискуссий и совместных докладов на семинарах, но и обязательных выездов «в поле». И оно того стоило: мы получили одну из немногих в России лабораторий, способную на проведение полного цикла палеогенетических исследований.

Если партнеры, то на равных

Наука не стоит на месте, и палеогенетика не исключение: требования к оснащению лаборатории, используемым технологиям и методам постоянно ужесточаются. Сейчас наша лаборатория занимает отдельный двухэтажный корпус, где оборудована большая чистая зона. Благодаря этому мы можем не только сами проводить масштабные исследования, но и работать по принципу ЦКП (центра коллективного пользования), помогая другим археологам, антропологам и генетикам в их исследованиях.

Немалый интерес к нашему подразделению проявляют и зарубежные коллеги. Отношение к международному сотрудничеству у нас особое: мы признаем только реальное и равноправное сотрудничество, когда каждая из сторон вносит в исследование свой вклад. С самого начала мы считали важным научиться работать так, чтобы зарубежные коллеги воспринимали нас как полноценных партнеров. И эту нелегкую задачу мы полностью выполнили.



На раскопках пазырыкских курганов в Монгольском Алтае: аспирант-биолог А. Пилипенко, немецкий археолог А. Гас и академик В. И. Молодин. 2006 г. Фото В. Мильникова

ПОЛЕВАЯ ШКОЛА ДЛЯ ГЕНЕТИКОВ

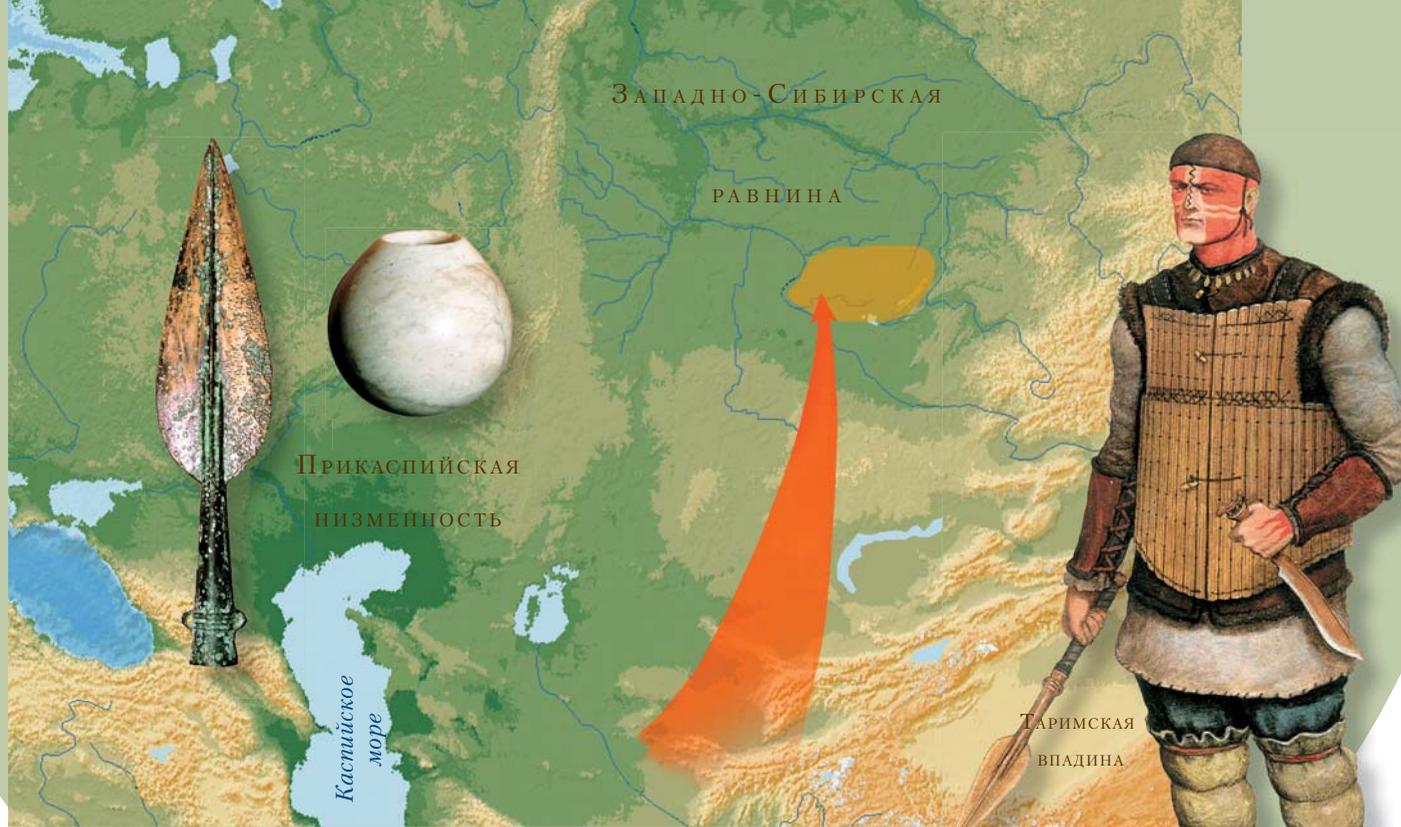
Что значит для генетиков участие в археологических экспедициях, поясню на своем примере. В первый раз я выехал «в поле» в 2006 г. – это была та самая экспедиция на Монгольский Алтай, в которой были открыты новые «замерзшие» могильные комплексы пазырыкцев. Именно тогда я близко познакомился с Вячеславом Ивановичем Молодиным, моим будущим учителем, и знакомство это переросло в тесное научное сотрудничество и дружбу, которой я очень дорожу.

Поле преобразует археолога. По дороге в Монголию я с удивлением наблюдал перемены, происходившие с Вячеславом Ивановичем: он очень быстро превращался из заместителя председателя Президиума СО РАН, «человека с портфелем», в увлеченного археолога-полевика, который едет заниматься любимым и главным делом своей жизни – открывать тайны прошлого. Глядя на него, я понимал, что именно поле – его «настоящий дом».

В горах Монголии я впервые увидел и прочувствовал на себе, как тяжело добываются материалы, которые

затем попадают в руки генетиков, осознал важность тесного сотрудничества с археологами, необходимость учета археологического контекста объектов палеогенетического исследования. Тогда же я понял, что нам просто необходимо выработать «общий язык», научиться свободно «переводить» с археологического на генетический, и наоборот. И это стало одним из залогов успеха всей нашей дальнейшей работы.

Помня об этом бесценном для меня опыте, я включаю в число обязательных элементов программы подготовки молодых палеогенетиков в нашей лаборатории участие в археологических экспедициях – просто отправляю их в отряд Вячеслава Ивановича, продолжающий работать в Барабе. Для меня самого и сейчас очень важно звонить Вячеславу Ивановичу «в поле», особенно когда сезон уже в разгаре и появляются первые результаты, которыми он может со мной поделиться. И после каждого такого разговора меня переполняет желание продолжать свои «раскопки» в лаборатории



Первые приметы внешнего влияния на население западносибирской лесостепи фиксируются на раннем этапе кротовской культуры (начало II тыс. до н. э.). В погребальных комплексах этого периода появляются предметы (ножи, украшения), характерные для культур Средней Азии (Молодин, 1988). Данные физической антропологии и палеогенетики свидетельствуют о том, что это влияние не сопровождалось миграцией в Барабинскую лесостепь генетически контрастного населения

В качестве примера приведем нашу совместную работу с палеогенетической лабораторией Университета им. Иоганна Гутенберга в Майнце (Германия), и другими зарубежными лабораториями. В составе этой международной команды мы выполнили масштабное исследование генофонда ранних кочевников скифского времени из различных районов степного пояса Евразии. Более трети образцов (в основном представителей пазырыкской культуры Алтая и некоторых других скифо-сибирских групп) были из Сибири. И мы не просто предоставили материал для анализа, но и выполнили свою часть экспериментальной работы (исследование генофонда митохондриальной ДНК пазырыкцев) при финансовой поддержке Российского научного фонда. Итоговую статью в *Nature Communications* мы также готовили вместе с коллегами (Unterländer *et al.*, 2017). РНФ высоко оценил эту работу, включив ее в число десяти наиболее значимых научных достижений за 2017 г.

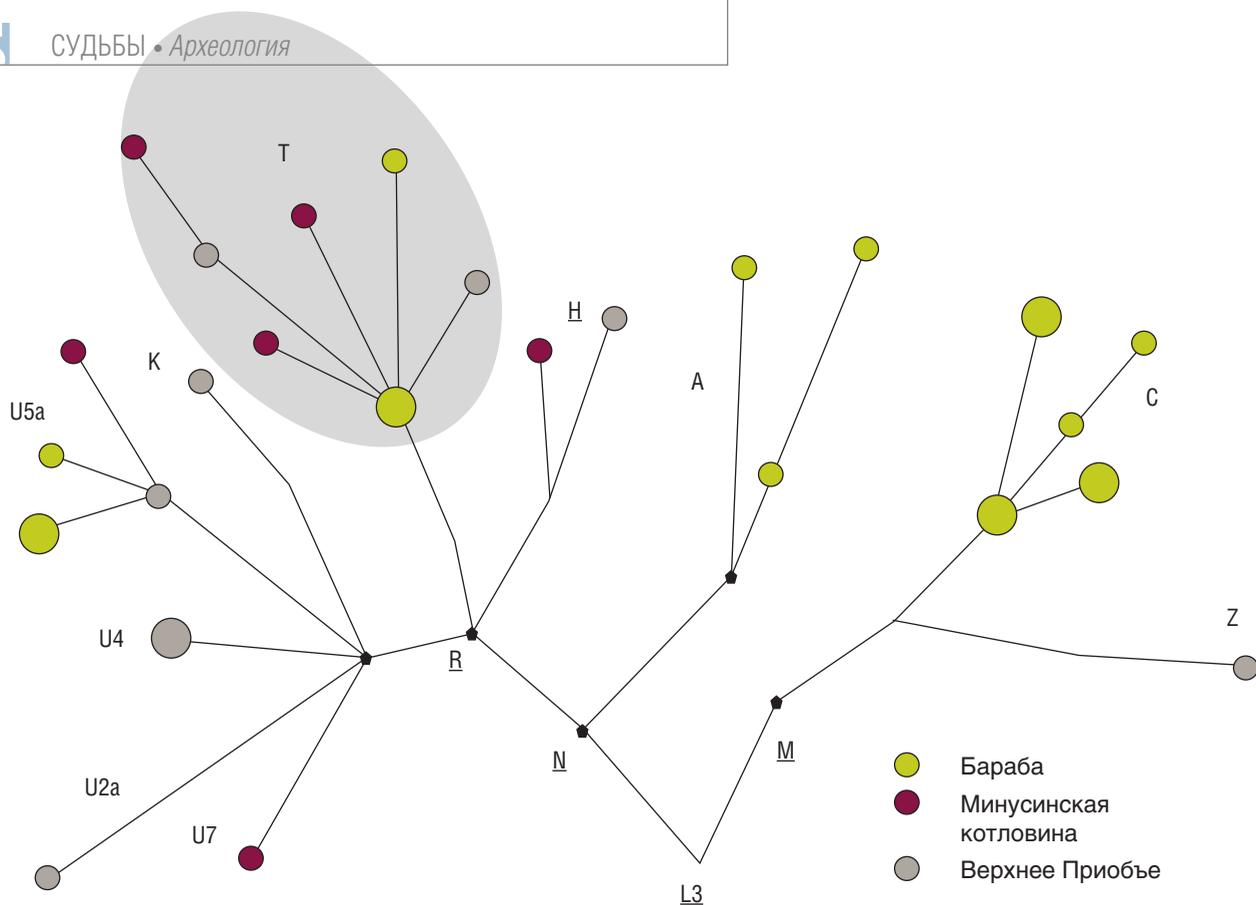
И все-таки основным направлением для нашей лаборатории является проведение собственных палеогенетических исследований полного (от идеи до публикации) цикла. Сегодня мы работаем с материалами,

хронологически охватывающими последние 10 тыс. лет – от раннего неолита до позднего средневековья, а географически – значительную часть Сибири и сопредельные регионы. Работаем и с материалами из других регионов России, например, из Нижнего Поволжья, совместно с коллегами из Волгоградского государственного университета.

О масштабах наших работ красноречиво говорят цифры: более двух тысяч исследованных образцов древней митохондриальной ДНК и несколько сот образцов Y-хромосомы. Это одна из наиболее многочисленных в мире коллекций изученной древней ДНК – неплохо для молодой лаборатории с небольшим коллективом!

«Вчерашний день – учитель при сегодняшнем»

Благодаря финансированию от РНФ в последние годы мы успешно участвовали в выполнении нескольких проектов по изучению миграционных процессов древности. В рамках проекта, посвященного ранним кочевникам Южной Сибири и их взаимодействию



Схематическое изображение филогенетического дерева митохондриальной ДНК представителей андроновского (федоровского) населения Барабы из различных районов юга Западной Сибири. Кругами обозначены отдельные структурные варианты мтДНК (размер круга пропорционален численности обнаруженных индивидов – носителей данного структурного варианта мтДНК). Контуром выделена гаплогруппа Т мтДНК, маркирующая миграцию андроновского населения в западносибирскую лесостепь

с западными кочевыми группами, мы исследовали ископаемые останки более 700 представителей древних популяций из разных регионов и получили данные о женском и мужском генофонде примерно десяти групп древних кочевников скифского и гунно-сарматского времени.

С 2017 г. наш коллектив работает по проекту в рамках Президентской программы РФ, посвященному изучению популяционно-генетических аспектов основных миграций, которые влияли на формирование населения южных районов Сибири в эпоху бронзы и железного века, начиная с IV тыс. до н. э. и до середины I тыс. н. э.

Мы неслучайно уделяем миграционным процессам так много внимания. Именно они способствуют формированию культурных и генетических взаимоотношений между популяциями разного происхождения, с разной культурой, иногда разделенными огромными расстояниями. Изучение исторического опыта сложных этнокультурных взаимодействий, сопровождающих миграционный процесс, является особенно ценным для такой многонациональной страны, как Россия, помогая

выработать правильные стратегии поведения. Ведь именно на недостатке объективных данных о прошлом базируются многие националистические теории, в том числе экстремистского характера. Своими работами мы можем восполнить эти пробелы, что позволит в будущем избежать многих негативных явлений, встречающихся в современном обществе.

Конечно, мы не единственные исследователи в этой области. В частности, историей популяций евразийских степей и юга Сибири интересуются и наши многочисленные коллеги из западных лабораторий. В какой-то степени мы с ними соперничаем, но благодаря особому подходу мы смогли занять свою нишу в палеогенетических исследованиях населения Евразии.

Большинство «громких» палеогенетических работ последних лет представляют собой анализ относительно небольшой серии образцов, охватывающих огромные регионы и/или хронологические периоды. Благодаря такой «масштабности» у авторов больше шансов опубликовать свою работу в журналах с высоким рейтингом, стать научной сенсацией. Обратная сторона



Реконструкция на основе антропологических и генетических данных миграционного потока носителей андроновской (федоровской) культуры в Барабинскую лесостепь (первая половина II тыс. до н.э.) показала, что на территории Барабы мигранты сосуществовали с аборигенным позднекротовским населением. Взаимодействие между ними шло не только в рамках материальной культуры (Молодин и др., 2009), но и на уровне межполювого общения, результатом которого стал «обмен генами» (Пилипенко и др., 2009)

Типичный сосуд андроновской (федоровской) культуры



медали – таким способом можно получить лишь очень грубые реконструкции сложных и многосторонних популяционных процессов. Зачастую такие работы ставят больше новых вопросов, чем дают ответов, однако до их продолжения дело зачастую не доходит.

Пусть мы работаем более «локально», зато последовательно и кропотливо реконструируем детальный механизм популяционно-генетических процессов, протекавших на изучаемых территориях. Нас интересует не только, откуда пришли мигранты, но и как они



Молодой коллектив межинститутского сектора молекулярной палеогенетики Института цитологии и генетики СО РАН. Слева направо: Черданцев С. В., Пилипенко А. С., Пристяжнюк М. С., Пилипенко И. В., Трапезов Р. О., Журавлев А. А. Новосибирск, 2018 г.

За многие десятилетия целенаправленных исследований большинство представителей групп древнего населения в той или иной степени уже хорошо охарактеризованы с точки зрения особенностей материальной и духовной культуры, демографических параметров, фенотипических признаков и т. п. Но этот огромный массив материалов остается на сегодня практически неисследованным с точки зрения молекулярной генетики

взаимодействовали с аборигенным населением. Была ли это одна большая волна миграции или много маленьких, каково было их влияние друг на друга в области культуры и на «уровне генетики», и еще масса других интересных деталей. Поэтому, по мере появления новых методических возможностей или накопления новых материалов, мы часто вновь возвращаемся к одной и той же модели. И раз за разом наше понимание прошлого меняется, становясь более полным и объективным.

Ярким примером служит – все тот же палеогенетический анализ населения Барабинской лесостепи эпохи бронзы, на котором было выполнено наше первое диахронное исследование. Тогда было изучено лишь около сотни образцов мтДНК, а сейчас у нас появилась возможность анализировать большие серии, а также исследовать мужской генофонд (по маркерам Y-хромосомы), использовать и другие генетические маркеры. В результате мы начинаем представлять процессы, протекавшие на арене древней Барабы, намного глубже, чем еще несколько лет назад.

Скажи мне, кто твой брат

Помимо истории древних популяций, есть еще много других интересных вопросов, на которые может ответить палеогенетика. Один из ярких примеров – реконструкция пола и степени родства индивидов из археологических комплексов. Так, в свое время

много шума в прессе наделало наше палеогенетическое исследование останков из знаменитого парного погребения пазырыкского памятника Ак-Алаха-1, обнаруженного на Укоке. На основе антропологических данных предполагалось, что там были похоронены зрелый мужчина и молодая девушка, оба в полном воинском снаряжении. Это открытие долгое время рассматривалось в качестве доказательства существования пазырыкских «амазонок», но генетический анализ доказал принадлежность обоих индивидов к мужскому полу.

В целом же наши работы в этой области показывают, что степень родства погребенных в коллективных могилах или больших погребальных комплексах зачастую оказывается совсем не такой, какой представлялась ранее. И многие социальные и семейные реконструкции древних групп населения с учетом данных палеогенетики могут и должны быть пересмотрены.

Нам приходилось работать и с такими необычными материалами, как останки известных исторических личностей. Например, коллеги-антропологи из Москвы обратились к нам с просьбой подтвердить родственные связи трех поколений мужчин, погребенных в усыпальнице знаменитого губернатора Кавказа генерала Ермолова.

Еще одно интересное направление – реконструкция черт внешнего вида (фенотипа) или особенностей физиологии представителей древнего населения. Современные методы в большинстве случаев позволяют, к примеру, установить вероятный цвет глаз и волос древних людей, их способность усваивать молоко и некоторые другие характеристики.

Наконец, это исследование ДНК домашних и диких животных, останки которых находят на археологических памятниках. Для нас это возможность не только независимо проследить миграции древних животноводов, но и изучить сами процессы одомашнивания животных, оценить использование природных ресурсов в древности. А в ряде случаев мы можем реконструировать и эволюционные взаимоотношения интересных представителей животного мира, многие из которых уже исчезли с лица земли.

В заключение могу лишь сказать, что наш межинститутский сектор молекулярной палеогенетики состоялся в качестве палеогенетической лаборатории полного цикла во многом благодаря неиссякаемому оптимизму и терпению археологов, в первую очередь академика Вячеслава Ивановича Молодина, обладающего особым талантом: своим энтузиазмом и любовью к поиску нового буквально заражать окружающих.

Наша же междисциплинарная команда продолжит свои «раскопки» как в поле, так и в чистой зоне лаборатории. Мы приглашаем к сотрудничеству всех заинтересованных коллег. Кстати, в разрабатываемой сейчас стратегии развития Новосибирского научного центра – «Академгородок 2.0» – уже нашлось место для нашей молодой, но довольно самостоятельной науки, удивляющей нас все новыми открытиями.

Литература

Воевода М.И., Ситникова В.В., Чикишева Т.А. и др. Молекулярно-генетический анализ митохондриальной ДНК представителей Пазырыкской культуры Горного Алтая (IV–II вв. до н.э.) // Докл. Акад. Наук. 1998. Т. 358. № 4. С. 564–566.

Пилипенко А.С., Трапезов Р.О., Полосьмак Н.В. Палеогенетическое исследование носителей пазырыкской культуры из могильника Ак-Алаха-1 (Горный Алтай) // Археология, этнография и антропология Евразии. 2015. № 4. С. 144–150.

Higuchi R., Bowman B., Freiberger M. et al. DNA sequences from the quagga, an extinct member of the horse family // Nature. 1984. V. 312. P. 282–284.

Krause J., Fu Q., Good J.M. et al. The complete mitochondrial DNA genome of an unknown hominin from southern Siberia // Nature. 2010. V. 464. P. 894–897.

Molodin V.I., Pilipenko A.S., Romaschenko A.G. Human migrations in the southern region of the West Siberian Plain during the Bronze Age: Archaeological, palaeogenetic and anthropological data / Population Dynamics in Pre- and Early History: New Approaches Using Stable Isotopes and Genetics, Berlin, 2012. P. 95–113.

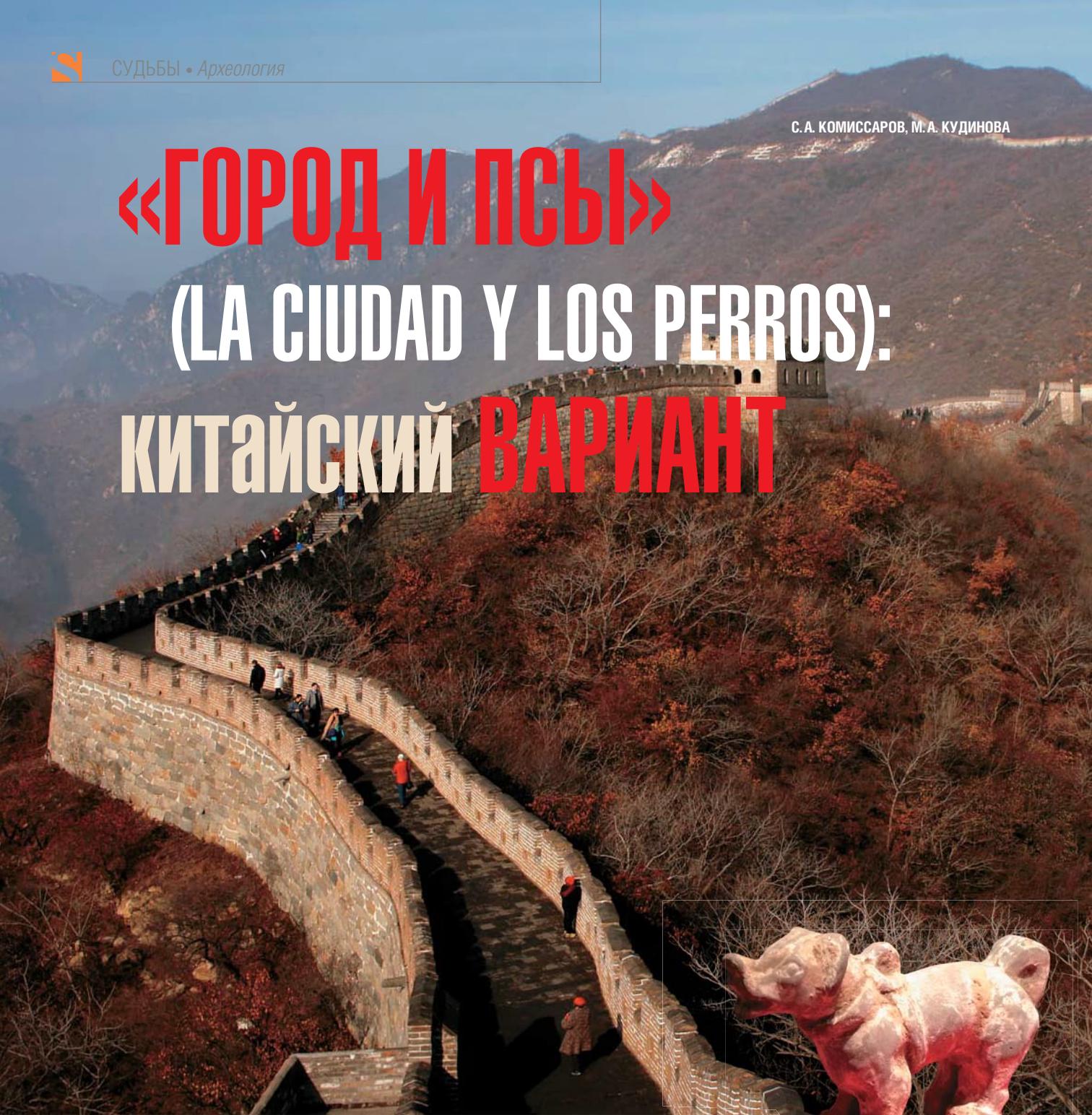
Paabo S. Molecular cloning of ancient Egyptian mummy DNA // Nature. 1985. V. 314. P. 644–645.

Pilipenko A.S., Romaschenko A.G., Molodin V.I. et al. Mitochondrial DNA studies of the Pazyryk people (4th to 3rd centuries BC) from northwestern Mongolia // Archaeol. Anthropol. Sci. 2010. V. 2. № 4. P. 231–236.

В публикации использованы иллюстрации из архива В.И. Молодина и Н.В. Полосьмак, архива автора, из книги А.И. Соловьева «Оружие и доспехи» (ИНФОЛИО, 2003)



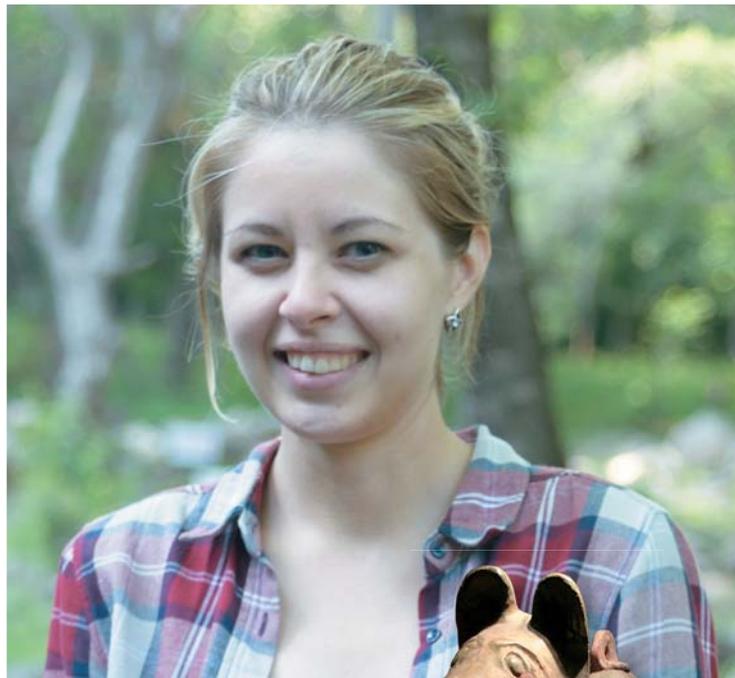
«ГОРОД И ПСЫ» (LA CIUDAD Y LOS PERROS): КИТАЙСКИЙ ВАРИАНТ



Есть на крайнем юге Китая небольшой (не только по китайским, но и по российским меркам) и очень уютный городок Лэйчжоу, похожий на сотни других прибрежных городков и поселков. И одновременно отличный от них – прежде всего тем, что его много веков назад захватило бесчисленное множество каменных собак. Они выглядывали из кустов возле мостов, колодцев и перекрестков дорог, охраняли ворота в усадьбах и храмах, стерегли покой на кладбищах, но больше всего – кучно сидели в парках и садах. Всего в городе и окрестностях выявлено более 10 тыс. таких скульптур (Чэнь Чжицзянь, 2008). В уникальную каменную псарню Лэйчжоу авторов привело масштабное исследование роли собак в материальной и духовной культуре Китая



КОМИССАРОВ Сергей Александрович – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Института археологии и этнографии СО РАН (Новосибирск), профессор кафедры востоковедения и НОКЦ «Институт Конфуция» Гуманитарного института Новосибирского государственного университета. Автор и соавтор более 250 научных работ



КУДИНОВА Мария Андреевна – кандидат исторических наук, докторант Института археологии и музееведения Пекинского университета (КНР), старший преподаватель кафедры востоковедения Гуманитарного института Новосибирского государственного университета

Каменные изваяния собак встречаются в Китае не только в Лэйчжоу, но и по всему побережью Бакбо, залива Южно-Китайского моря – в провинции Гуандун, Гуанси-Чжуанском автономном районе; на острове Хайнань, а также в северной части соседнего Вьетнама. Отдельные фигуры известны также в горной провинции Юньнань и даже в далеком Сингапуре.

Практически все статуи высечены из базальта, их внешний облик и размер сильно различаются. Самые крупные из них (до 1,5 м в высоту) весят около 800 кг, тогда как размеры самых мелких не превышают

Ключевые слова: археология Китая, domestикация животных, псовые (канисовые), традиционная кухня, соляная мифология, Небесный Пес, Небесная Собака, каменные собачки.

Key words: Archaeology of China, domestication of animals, Canidae, traditional cuisine, Solar mythology, Celestial Dog, stone doggies

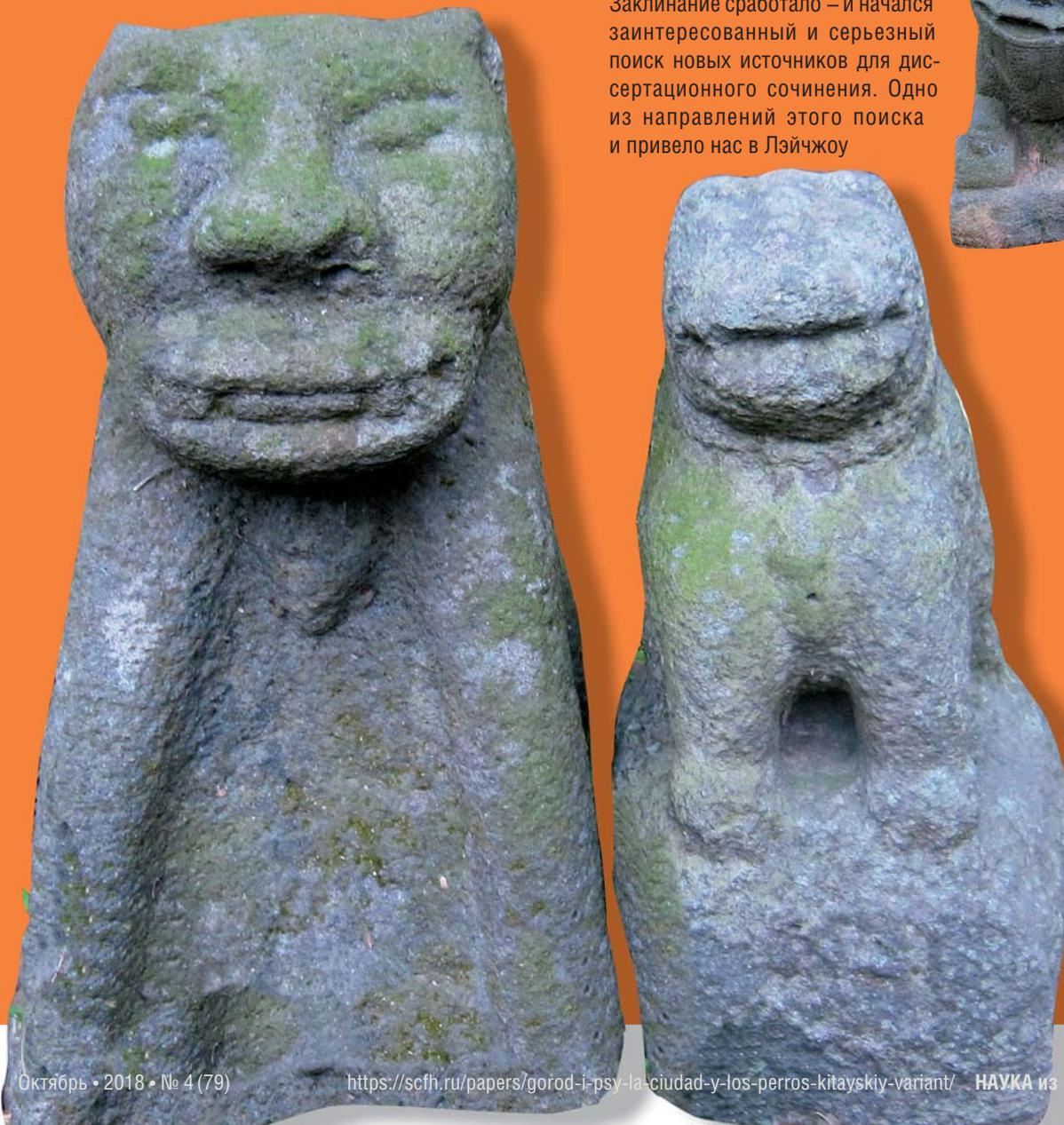
10 см при весе 0,5 кг. В основном же габариты статуй соответствуют размерам домашних собак. Статуи могли устанавливаться на специальные каменные или кирпичные постаменты в виде колонн высотой от 0,5 до 5 м. Животные показаны в различных позах: стоя, сидя или лежа, подпирающими передними лапами змею или черепашку. У многих скульптур особо выделены репродуктивные органы. Самки часто изображались вместе с одним или двумя щенками (Му Е, 2008). В качестве дополнительных атрибутов в камне высекались помпоны, изображения восьми триграмм, рыболовные сети, каменные барабаны, тыквы-горлянки (как фляжки для воды или для лекарств), медные монеты или их связки (чохи), печати, свитки с буддийскими сутрами, даосские таблички с заклинаниями и т. д. На спине могло изображаться зеркало, отпугивающее нечистую силу. На шее, как правило, был показан бубенчик, который нередко имел форму персика, символизировавшего долголетие и бессмертие.

© С. А. Комиссаров, М. А. Кудина, 2018

С. А. КОМИССАРОВ:

Прежде чем углубиться в дебри мифологии, считаю необходимым рассказать, как мы дошли до жизни такой. В каменную псарню Лэйчжоу нас привело масштабное исследование роли собак в материальной и духовной культуре Китая. Даже беглое знакомство с китайскими материалами показывало, что роль эта была весьма значительной, но значительной – насколько? Прежде всего, в каких сферах и у каких народов (с учетом многонационального состава современного Китая)? Каковы ролевые функции собаки в жизни и в мифе? И многое другое... Поиском ответов на все эти вопросы и занялась М. А. Кудинова. Сначала это было успешно защищенное дипломное сочинение, которое настоятельно потребовало

продолжения путем учебы в аспирантуре и написания диссертации. Лучшим руководителем для этой темы, несомненно, был академик Молодин – и по периоду изучения (неолит – палеометалл), и по постоянному обращению к китайским материалам. Но Вячеслав Иванович очень выборочно принимал к себе в ученики – особенно, если претендент еще не имел возможности проявить себя на полевых работах. Поэтому я решил прибегнуть к небольшой военной хитрости. Зная, как трепетно относится вся семья Молодиных к своим собакам, я многократно повторял как заклинание: «Маша – она собак очень любит» (что, кстати, было чистой правдой, которую, как известно, говорить легко и приятно). Заклинание сработало – и начался заинтересованный и серьезный поиск новых источников для диссертационного сочинения. Одно из направлений этого поиска и привело нас в Лэйчжоу





Лэйчжоу в средневековых китайских источниках назывался родиной божества грома – Лэй-гуна (Лэй-цзу). Одна из версий этого предания приводится в «Обширных записях годов Тайпин» («Тайпин гуан цзи»), раздел «Повествование о народе Лэй» («Лэй минь чжуань»): «Некогда у жителя Лэйчжоу была собака с двенадцатью ушами. Каждый раз перед охотой собаку били, и по тому, сколько ушей зашевелится, предсказывали количество добычи... Однажды все уши пришли в движение, но на охоте собака никого не поймала. Она прибежала на берег моря и начала лаять. Жители области увидели на побережье двенадцать больших яиц. Яйца положили в доме, после этого внезапно, будто из этого дома, начались дождь и ветер. Когда буря кончилась, увидели, что яйца разбились, осталась лишь скорлупа. Впоследствии жители области разобрали кусочки скорлупы и совершали в их честь сезонные жертвоприношения. До сих пор семьи, получившие фрагменты скорлупы, считаются знатными». Кроме того, в Лэйчжоу бытует легенда о том, что собака стала животным-компаньоном бога грома – Небесной Собакой. Бог грома, опасаясь, что солнце может спалить своими лучами все живое, периодически отправляет собаку съесть солнце. Тогда случается солнечное затмение

Самые крупные из статуй (до 1,5 м в высоту) весят около 800 кг, тогда как размеры самых мелких не превышают 10 см при весе 0,5 кг. Статуи могли устанавливать на специальные каменные или кирпичные постаменты в виде колонн высотой от 0,5 до 5 м



Китайские исследователи выделяют различные «породы» каменных собак: борзых, мопсов, шарпеев, овчарок. Но к какой породе отнести, к примеру, собак с тремя головами? С хвостом в виде якоря или четырехгранного кистеня, жала скорпиона или даосской мухогонки? Очевидно, что подобные скульптуры служили изображениями не столько реальных, сколько мифических существ.

Господин Каменная Собака

Как уже было сказано, многие скульптуры претерпели значительные метаморфозы, почти утратив изначальную «собаковость». Они напоминают обезьян, медведей, тигров, львов, кошек, лягушек



По мнению китайских исследователей, наиболее ранние скульптуры можно отнести к доциньскому периоду (до III в. до н. э.). Однако летописными сведениями достоверно подтверждены датировки не ранее эпохи Тан (642 г.), когда парные скульптуры были установлены перед кумирней бога грома Лэй-цзу

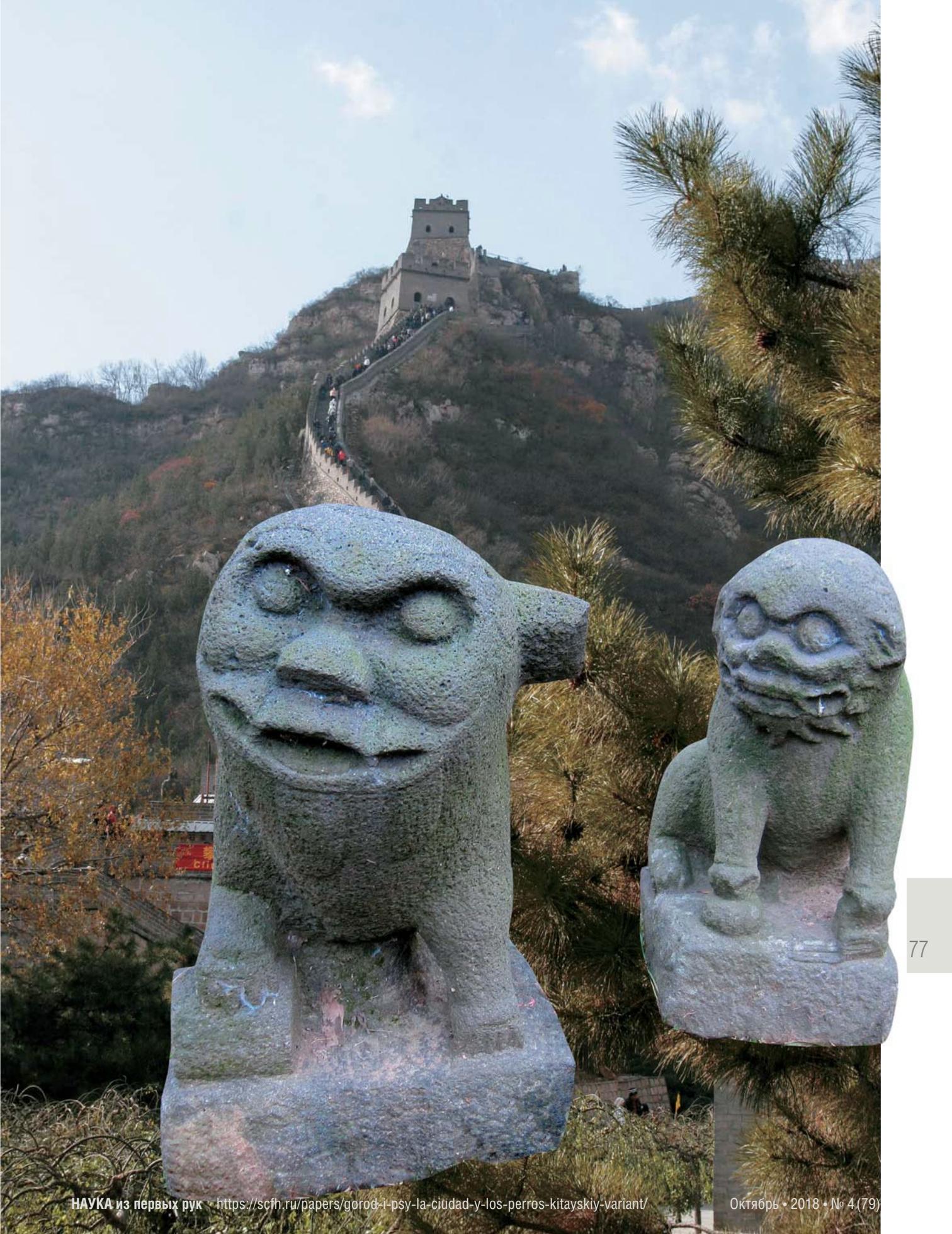
Скульптура взрослой собаки со щенком.
Музей Чжаньцзяна (КНР)

или обладают отдельными признаками этих животных. Статуи могут иметь и антропоморфные черты: например, тело собаки, а лицо человека. Однако в Лэйчжоу все каменные зооморфные и зооантропоморфные изваяния носят название «каменные собаки». Традиция совмещения в одном образе черт различных животных, животного и человека восходит к древним тотемистическим верованиям.

Тела собак покрыты разнообразными орнаментами, зачастую имеющими благожелательное значение: треугольники, свастики, хризантемы, лотосы, листья банана, узоры в виде черепашьего панциря, хвоста феникса и др. Кроме того, на статуях могли быть выгравированы надписи: «Тайшань» (самая известная из священных гор Китая), «великий государь», «император», «править и усмирять», «охранять горы», «камень, отвращающий зло», «единорог (благовещий зверь) прибыл», «радость», «счастье», «долголетие» и т. д. Иероглиф «ван» (царь, правитель) чаще всего вырезали на лбу собаки, подобно тому, как в других районах Китая этот знак помещали на лбу тигра (конечно, изображения) – царя зверей и грозы демонов.

Часто для изображения завитков шерсти или мускулатуры животного используются узоры в виде *волют* и *меандров* – художественный прием, напоминающий зооморфные орнаменты звериного стиля. Китайские ученые называют такой узор «орнаментом облаков и молнии». Это традиционный орнамент древних южских (аустрических) народов, населявших Юго-Восточную Азию и прилегающие области, связанный с тотемическим почитанием грома. Он часто встречается на бронзовых барабанах, относящихся к позднему (конец I тыс. до н. э. – начало I тыс. н. э.) этапу донгшонской цивилизации, существовавшей в северо-восточной части Индокитайского полуострова, а также на местных петроглифах, относящихся примерно к тому же времени. Украшение статуй этим узором может быть связано с представлением о связи собаки с божеством грома.

Статуи могли раскрашивать или покрывать черным лаком. В некоторых деревнях и поселках до сих пор принято ежегодно обновлять краску или лак. Статуи могли быть раскрашены целиком (в настоящее время





Керамическая фигурка собаки. Восточная Хань (25-220 гг. н.э.). Исторический музей провинции Шэньси

чаще всего используется желтая краска), или же раскрашивалась только морда. На шее собак повязывают красную нитку, одну или несколько красных лент, красный шарф или бант, голову украшают красным платком.

Облик изваяний определялся их функциональным назначением. Жители полуострова разделяли каменных собак на «военных» и «гражданских». К первой категории относились статуи, изгоняющие нечисть (духи-хранители дверей, деревень, городов и т. п.), и статуи, «поддерживающие буддийское учение». Ко второй – управители ветра и дождя, божества, отвечающие за плодородие, деторождение, богатство и долголетие.

Изготовление скульптур собак, их почитание как защитников, чадоподателей, управителей погоды продолжается в наши дни. Их величают как Почтенный господин, Господин Каменная Собака, Великий наставник, Князь горы Тайшань и т. д. Местные жители регулярно обновляют краску и лак на статуях, строят колонны-постаменты и специальные помещения для скульптур. Перед некоторыми статуями устанавливают столики для курений и чая. В 1-й и 15-й день каждого лунного

месяца, во время свадеб и похорон перед скульптурами возжигают курения, подносят им чай, а в некоторых деревнях – рис и мясо. В 30-й день нового года статуи украшают красными лентами и просят о благополучии в наступившем году. В некоторых районах старики в 1-й и 15-й дни 1-го лунного месяца приносят к каменным статуям собак три пиалы бататового супа или риса с куском свинины. Широко распространены предания и суеверия, связанные с каменными собаками: вера в то, что статуи могут предсказывать наводнения, наказывать тех, кто пытается их разрушить и т. д.

Где зарыта собака?

Ярко выраженное почитание образа собаки (ритуальное битье не в счет) в Лэйчжоу – это не просто какой-то местный культ, в нем отразился общекитайский миф о Небесной Собаке, наиболее распространенный на юге страны. Под именем Тянь-гоу (Небесная Собака, Небесный Пес) скрываются сразу несколько объектов и персонажей, порой весьма пугающих. Наиболее раннее упоминание приводится в «Каталоге гор и морей»: «[Там] водится животное, похожее на лисицу, но с белой головой. Называется небесная собака. Ее крик подобен



红陶狗
Red Pottery Dog
西汉 (公元前206—公元25年)
三门峡市区出土
馆藏

Керамические фигурки собак. Западная Хань (206 г. до н.э. - 25 г. н.э.). Музей Саньмэнься

мяуканью. [Ею] можно уберечься от несчастья» (пер. Э. М. Яншиной).

В более поздних источниках Небесной Собакой могли называться различные небесные тела. На юге Китая с ней связывают происхождение злаков: по одной из версий мифа, именно Небесная Собака впервые принесла зерна всех злаков с неба и накормила ими людей.

В то же время было распространено поверье о Небесной Собаке – злобном демоне, чье влияние препятствует рождению сыновей или сокращает срок жизни новорожденных: она питалась человеческой печенью и могла нападать на детей, пожирать мальчиков. По преданиям, это кровожадное существо в древности было девушкой, которая умерла, не успев выйти замуж. Став злым духом и поселившись на одной из звезд, она стремилась убивать детей, чтобы кто-нибудь занял ее место, а сама она смогла бы переродиться в человека. Для защиты от этого демона китайцы, во-первых, изображали стрелков, выпускавших стрелы в Небесного Пса (иногда в этом качестве выступал герой Хоу И, сбивший стрелами лишние солнца), и, во-вторых, наделяли детей специальными талисманами из смешанных вместе пучков волос ребенка и собаки (этот локон обычно вшивали в одежду ребенка) (Васильев, 2001).

Небесная Собака могла выступать и в роли защитника от злых сил. Она считалась единственным спасителем от злых духов, принимающих облик огромных сов и других птиц. В собрании сочинений выдающегося литератора XI в. Оуян Сю приведена легенда, согласно которой Чжоу-гуну (легендарному правителю Древности) однажды явилась птица с десятью головами и десятью клювами, которая на самом деле была злым духом. Птица громко кричала, чем раздражала Чжоу-гуна и нагоняла на него тоску. Он приказал убить ее, но никто не мог этого сделать. Тогда Небо послало Небесную Собаку, которая откусила одну из птичьих голов. С тех пор рана птицы кровоточит, и эта кровь смертоносна. Похожий сюжет изложен в китайской сказке «Девятиглавая птица», где говорится о противостоянии злого духа, принявшего облик птицы с десятью головами, и Небесной Собаки, которая защищала от нее людей и откусила одну из птичьих голов (Eberhard, 1968).

В позднем средневековье Небесная Собака выступала в качестве помощника Эр-лана. Эр-лан («второй сын») в поздней мифологии являлся одним из водных божеств, а также покровителем дамб, защищающим от наводнений. В китайских драмах он выступал в качестве борца с демонами. Также он считался лучником,

который убил девять солнц. Эр-лан имел свои храмы, в которых нередко изображалась и его собака – спутник божества и помощник в борьбе со злыми силами.

Изначально Эр-лан был сычуаньским божеством и мог замещаться Чжан-сянем, культ которого тоже возник в Сычуани и распространился по всему Китаю примерно с XI в. Чжан-сянь («Чжан-небожитель») почитался как божество, дарующее мужское потомство. В Древнем Китае стрельба из лука играла значительную роль в обряде родин. Существовал обычай по случаю рождения мальчика вывешивать на левой створке дверей (поскольку левая сторона связывалась с мужским началом ян) лук из тутового дерева. Затем из него стреляли в небо, землю и четыре стороны света – «туда, где проходит деятельность человека». Этот обычай в Сычуани трансформировался в культ Чжан-сяня, однако собака для него уже не помощник, а противник, в которого он стреляет. Такое изменение «полярности» объектов не редкость в мифологии. Так или иначе, Чжан-сянь контролирует действия Небесной Собаки, отгоняя ее выстрелами, подчиняет ее себе.

С образом Небесной Собаки связано и существующее в китайском фольклоре объяснение причины солнечных и лунных затмений. Считалось, что только звуки гонгов и барабанов и страшный шум, который поднимался на земле, могли отпугнуть Небесного Пса и заставить его отказаться от намерения проглотить светило. Это представление относится к числу древнейших. Изображение собаки, глотающей Солнце или Луну, зафиксировано в росписи на неолитической керамике.

Широкое распространение получила история «Собака проглатывает солнце и ест луну». В ней рассказывается, что однажды лучник выстрелил в Солнце и Луну, и в Поднебесной наступил мрак. Люди попросили Небесную Собаку вернуть Луну и Солнце и пообещали ей за это 50 доу риса. Но когда собака выполнила поручение, люди не отдали ей обещанный рис. С тех пор собака, когда проголодается, ест Солнце или Луну. Подобные мифы встречаются у многих народов и этнических групп Южного Китая.

Вероятно, один из источников формирования сложного образа Небесной Собаки тесно связан с мифами о Стрелке И (Хоу И). Этот миф был самым популярным и четко оформленным из всех солярных сюжетов китайской мифологии. Впервые в письменном виде он изложен в трактате «Хуайнань-цзы» (II в. до н. э.). Во времена царствования совершенного мудрого правителя Яо на Поднебесную обрушилось страшное бедствие: на небе внезапно появилось сразу десять солнц в облике птиц (трехлапых воронов), нещадно паливших землю. Видя страдания людей, боги послали Стрелку, который выстрелами из лука сразил девять из десяти солнц и тем самым восстановил мировой порядок (Кравцова, 1994).

Еще одно предание о Стрелке И явно литературного происхождения объединяет в себе несколько мотивов и основных персонажей. Оно необычайно популярно в Китае, особенно в связи с Праздником середины осени. Согласно этой легенде, после того, как Стрелок И (Хоу И) выстрелил в девять из десяти солнц и спас народ от бедствия, Си-ван-му (Владычица Запада) в награду дала ему снадобье бессмертия. Однако эликсир в одиночку выпила его жена Чан Э и вознеслась в небо. Охотничья собака Хоу И по имени Хэйэр (Черное ухо), увидев это, с лаем вбежала в дом, слизнула остаток снадобья и тоже поднялась на небо. Услышав лай Хэйэр, Чан Э спряталась на Луне. Однако Хэйэр одним махом достигла Луны и проглотила ее вместе с Чан Э. Тогда Си-ван-му сделала Хэйэр Небесной Собакой и приказала стеречь Южные небесные



М. А. КУДИНОВА:

Анализ древних мифов – один из наиболее интересных разделов нашего исследования. Сравнительной мифологией Китая занимались многие ученые, но для меня большим подспорьем стали работы В. В. Евсюкова, выделившего базовые мифологемы в росписи на керамике Яншао, а подлинным открытием стали труды О. М. Фрейденберг, которая сформулировала основные принципы структурализма задолго до К. Леви-Стросса. Но прежде чем обратиться к «пиршеству духа», потребовалось провести скрупулезный анализ конкретных археологических находок, обнаруженных китайскими коллегами. К настоящему моменту известно как минимум 65 погребений на 19 памятниках эпохи неолита, в которых были захоронены собаки (от одной до шести особей) или отдельные части их тел (черепа, нижние челюсти). Также более чем на 40 памятниках найдены отдельные захоронения собак в жертвенных ямах и зольниках. Исходя из контекста этих находок, можно предположить, что собаки использовались в погребальных и поминальных ритуалах и как «строительная жертва». И это, вероятно, было обусловлено широко бытующими представлениями об этом животном как о защитнике от злых сил. В освоении китайских археологических материалов мне очень помог полевой опыт, полученный в ходе раскопок на Тартасе под руководством академика В. И. Молодина и его ближайших учеников. Уверена: тому, кто прошел «молодинскую школу» в археологии, по плечу любая научная задача



ворот. Хэйэр выплюнула Луну и Чан Э, которая с тех пор и живет на Луне.

Как полагает Э.М. Яншина, сюжет о стрельбе в солнца восходит к обрядам, направленным на возвращение солнца и оживление природы, существовавшим на стадии охотничьего хозяйства. Они имели сходство с обрядом космической охоты, распространенным у охотничьих народов Севера. Прототипом уничтожения девяти из десяти солнц «была ритуальная охота-погоня-добывание богом-охотником небесного светила» (Яншина, 1984). Такой версии происхождения данного мифа соответствует и зооморфное воплощение солнца в образе ворона.

Итак, происхождение мифа о стрельбе в солнца связано с ритуалами, символизировавшими установление миропорядка либо обновление жизненного устройства с наступлением весны. Важнейшими элементами такого мифо-ритуального комплекса были представления о множественности солнц и их орнитоморфном воплощении, а также уничтожение «лишних» светил героем-лучником. С этим блоком оказывается тесно связанной и мифологема Небесной Собаки.

В мифологии нередко происходит так называемый метонимический перенос: число персонажей превращается в число каких-либо частей тела у одного персонажа, и наоборот. Девять солнечных птиц из мифа о Стрелке И, связанного с древними солярными мифами, могли превратиться



Керамическая фигурка собаки. Восточная Хань (25–220 гг. н.э.). Столичный музей, Пекин

в птицу «о девяти головах». Также известны мифы, объясняющие природу солнечных и лунных затмений нападением на светила Небесной Собаки. Таким образом, сюжет о нападении Небесной Собаки на злого демона в облике девятиглавой птицы, возможно, восходит к солярному мифу.

Обратимся вновь к образам Эр-лана и Чжан-сяня – хозяевам Небесной Собаки и по совместительству защитникам как от нее, так и от других демонов. Известно, что они, как и Стрелок И, были героями-лучниками. По мнению В. Эберхарда, их образы родственны, и мифы о них имеют южное происхождение. Доказательством их древности могут служить находки в провинции Сычуань на памятнике Саньсиндуй (датирован XVI–XII вв. до н.э.), где в яме-жертвеннике нашли бронзовую модель мирового дерева, на ветвях которого сидели девять (возможно, десять) солнечных птиц (Комиссаров, 2010).

Как уже говорилось, спутником и помощником Эр-лана была собака (возможно, небесная), которую Чжан-сянь, в свою очередь, покорял стрельбой из лука. Известно, что нередко в мифах изначально зооморфные персонажи со временем эволюционируют в антропоморфных, при этом их зооморфные черты

вытесняются в атрибуты и символы ездовых животных, животных-спутников или жертвенных животных данного персонажа. На это указывали В. Я. Пропп («Герой и его помощник есть функционально одно лицо. Герой-животное преобразовался в героя плюс животное», 2002) и О. М. Фрейденберг («...Звериное предшествие бога становится его атрибутивным животным, или его жертвенным животным, или остается в его прозвище», 1997). Таким образом, божества Эр-лан и Чжан-сянь, возможно, первоначально представлялись в облике собаки.

Наш самый верный друг

Если отвлечься от собаки как мифологемы и обратиться к ней как к живому существу, то нужно отметить, что собаки были одомашнены в Китае достаточно давно, хотя, вероятно, позднее, чем в Европе и Северной Азии (впрочем, дискуссия по данному вопросу продолжается).



С. А. КОМИССАРОВ:

Отношение к собачатине как к пище в современном Китае неоднозначно. Думаю, что большинство собственно китайцев (ханьцев) его сейчас не вкушают, но никто не мешает это делать другим. В том же городе

Лэйчжоу публикуются фотографии ошпаренных собачьих тушек с пояснением, что вареное собачье мясо – лучшая закуска к местной рисовой водке (типа саке) и пиву.

Впали ли мы сами в грех собакоядения? Отвечу честно: я – да, Маша – нет. Как-то в одной довольно глухой глубинке провинции Хунань радушные хозяйки очень настойчиво потчевали нас накрошенной в миски собачатиной. Но Мария Андреевна сказала местным гурманам, что если она отведаст хотя бы кусочек, то не сможет смотреть в глаза своей собаке, когда вернется в Новосибирск. И ее поняли. У меня же такого оправдания, увы, не случилось. Поэтому могу констатировать: во-первых – невкусно, во-вторых – собачку очень жалко

Самые ранние на данный момент костные останки (33 образца, минимальное число особей – три) были исследованы зооархеологами на памятнике Наньчжуантоу в провинции Хэбэй. На основании ряда признаков (величины и формы нижней челюсти, размера зубов и др.) установлена их принадлежность именно к домашним, а не диким животным. Находки датированы периодом раннего неолита (около 8 тыс. лет до н.э.), поэтому именно их принято считать наиболее надежными ранними свидетельствами одомашнивания собаки на территории Китая. Признаки, характерные для одомашненных животных, такие как меньшая по сравнению с волком длина челюстей, проявляются на этих образцах достаточно ярко, что свидетельствует о длительном периоде domestikации (У Чжуан и др., 2016).

По-видимому, уже в некоторых неолитических культурах на территории Китая (Давэнькоу, Лянчжу, луншаньские культуры) домашняя собака наряду со свиньей была одним из важных источников белковой пищи. Это подтверждается находками костей собак, в том числе с характерными следами закалывания животных и разделки туш, на территории памятников, в мусорных кучах и других местах. Так, в погребении культуры Давэнькоу на памятнике Едянь (провинция

Шаньдун) кости собаки были найдены вместе с костями свиньи и курицы в куче керамики – возможно, это были остатки жертвенной пищи.

Повседневное и ритуальное употребление в пищу собачьего мяса у народов Азии широко известно и по этнографическим материалам, и по письменным памятникам. На территории Китая мясо собак в пищу употребляют буи, мулао, кава. Среди традиционных праздников чжуанов есть праздник собачьего мяса, распространенный в уездах Цзинси, Лунлинь и Дэбао в Гуанси-Чжуанского автономного района. Отмечают его каждый год в 5-й день 5-го месяца или 22-го числа 2-го месяца по лунному календарю. По поверьям, собака обладает чудесными способностями защищать от злых сил, и эти способности проявляются именно в этот день. Что касается поедания собачьего мяса, то считается, что оно полезно для здоровья и может продлить жизнь. Поэтому в день праздника в каждой семье убивают собаку; если семья бедная и не имеет своей собаки, мясо покупается на рынке. У ханьцев традиция употребления в пищу мяса собак также имеет давнюю историю. Сведения об употреблении собачьего мяса содержатся в «Хуайнань-цзы» (II в. до н.э.) Лю Аня, «Чжоу ли» (II в. до н.э.), «Шовэнь цзецзы» (I в. н.э.) Сюй Шэня и других древних и средневековых китайских памятниках. Собачье мясо было одним из важных мясных продуктов в период империй Цинь и Хань (Пэн Вэй, 2007). Как показывают этнографические данные, употребление в пищу мяса собак нередко связано с определенными представлениями о его целебных и даже магических свойствах, оно используется и в качестве лекарственного средства. Это позволяет предполагать формирование особого культового отношения к собаке уже в каменном веке.

Следует отметить, что еще в древности многие культуры и этносы Китая отказались от употребления собачьего мяса и, возможно, даже табуировали его. Уже на некоторых неолитических памятниках (Цзяху, Лунцючжуан), где было отмечено ритуальное использование собак, на их ископаемых костях полностью отсутствуют характерные следы срезания мяса и т.п., что, вероятно, может свидетельствовать о формировании табу на поедание собачатины.

Подобные запреты были зафиксированы этнографами у некоторых других народов Китая, и особенно ярко – у народов группы мяо-яо, считавших своим предком пятицветного пса Паньху. Собачье мясо было табуировано и у маньчжуров, которые тоже почитали собаку как прародителя, защитника и помощника.

Помимо объекта гастрономии, в древнем Китае собака могла, вероятно, использоваться также для охраны жилищ и на охоте, как транспортное средство и – важно! – как товарищ по детским играм. Указания на это содержатся в письменных источниках более позднего



времени, таких как «Люйши чунью» (III в. до н.э.) и «Ли цзи» (I в. до н.э.). Однако археологические данные о существовании подобных вариантов использования собак в период неолита и ранней бронзы пока не известны.

Завершая краткий обзор очень важной темы, выполненный на китайских материалах, хотим выразить уверенность в том, что полученные результаты послужат укреплению важной связи между «Городом» (ойкуменой) и его псами. Мы с еще большей любовью и заботой будем относиться к нашим четверногим спутникам, которые прошли с человечеством значительную часть его непростой истории.



Литература

Алимов И. А. Древнекитайские памятники о собаке // Кунсткамера. Этнографические тетради. СПб.: Центр «Петербургское Востоковедение», 1994. Вып. 5–6. С. 257–261.

Дмитриев С. В. Доместикация в Китае: попытка обобщения данных // Краткие сообщения Института археологии. 2015. Вып. 238. С. 82–97.

Комиссаров С. А., Кудинова М. А. Образ Небесного Пса в китайской мифологии // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: История, филология. 2012. Т. 11, вып. 4: Востоковедение. С. 70–79.

Кудинова М. А. Доместикация собаки и ранний период развития собаководства на территории Китая // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: История, филология. 2015. Т. 14, вып. 10: Востоковедение. С. 16–21.

Новиков А. В., Кудинова М. А. Собачье мясо в традиционной китайской медицине // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий: Матер. итоговой сессии ИАЭТ СО РАН 2009 г. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2009. Т. XV. С. 475–478.

Mair V. H. Canine Conundrums: Eurasian Dog Ancestor Myths in Historical and Ethnic Perspective // Sino-Platonic Papers. 1998. № 87. 74 p.

Savolainen P., Zhang Ya-ping, Luo Jing, et al. Genetic evidence for an East Asian origin of domestic dogs // Science. 2002. V. 298. N. 5598. P. 1610–1613.



В статье использованы фото из архива авторов и А. Соловьева

Авторы и редакция благодарят Александра Соловьева за любезно предоставленные фотографии



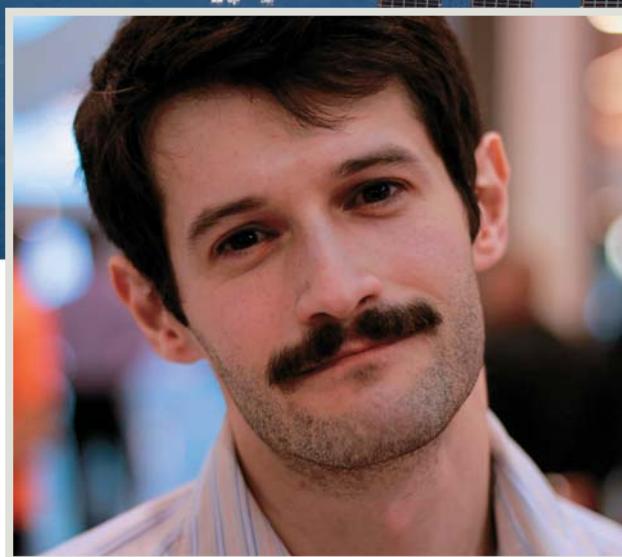
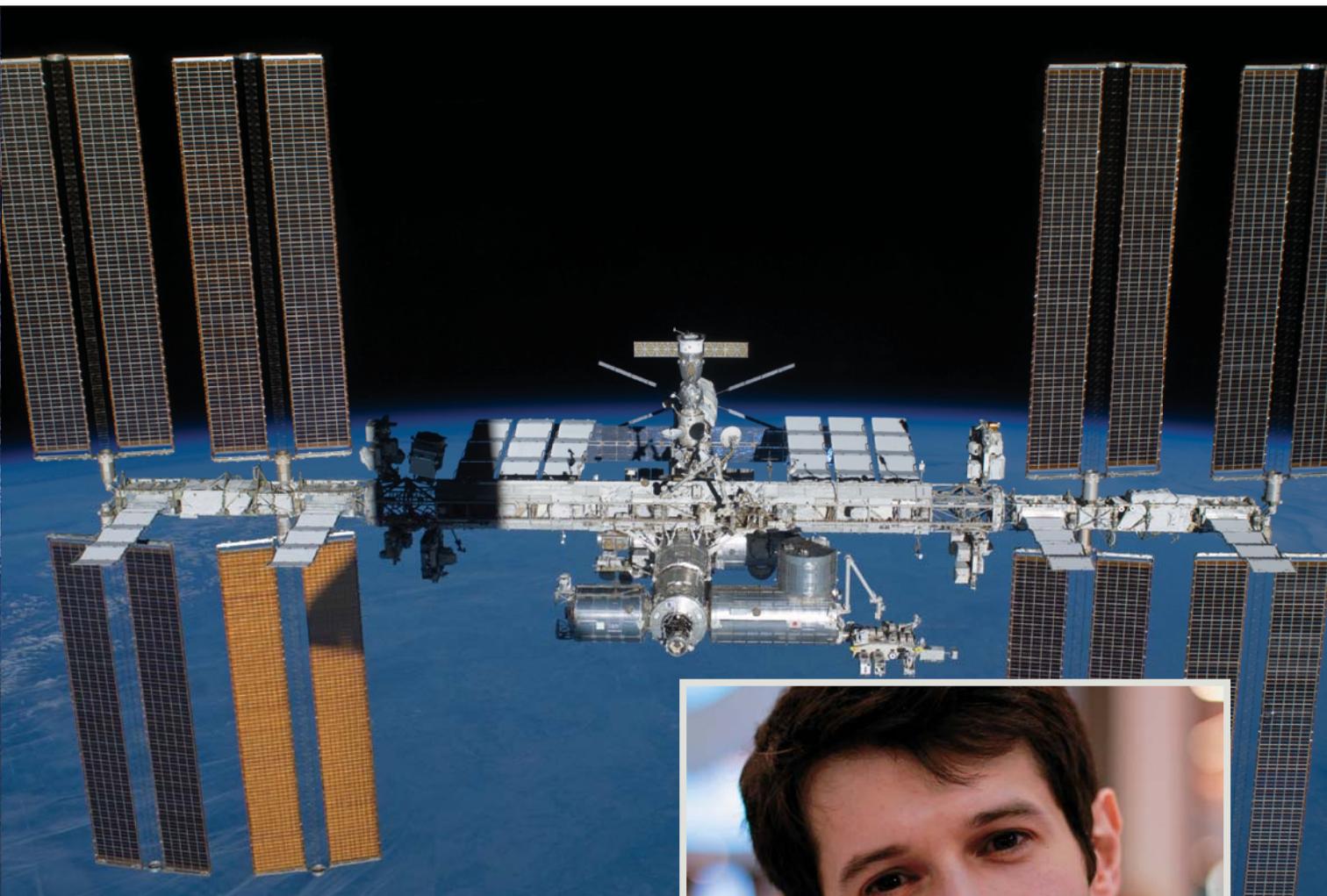
«Железяки в космосе»

Космос необъятен, и это лишь побуждает человека все активнее исследовать доступную ему часть внеземного пространства. Пока мы достаточно хорошо исследовали только окрестности родной планеты, но уже мечтаем о покорении Марса, заселяя его роботами; посылаем космические аппараты за пределы Солнечной системы, чтобы узнать больше о далеких и недоступных мирах и планетах... Но какая судьба ждет в космосе наших неодоушевленных «посланников»? Сколько тонн космического «мусора» можно собрать с околоземной орбиты, и кто будет этим заниматься? Наконец, почему для космонавтов и астронавтов мир не делится на государства и нации? Обо всем этом рассказал на научно-популярной лекции для младших школьников в рамках новосибирских «Дней науки» Дмитрий Эпштейн, руководитель астрономической лаборатории новосибирского Клуба юных техников

Ключевые слова: космос, космические аппараты, Марс, космические миссии, NASA, ЕКА, МКС.

Key words: space, space vehicles, Mars, space missions, NASA, ESA, ISS

На фото справа вверху – Международная космическая станция (МКС). Credit: NASA

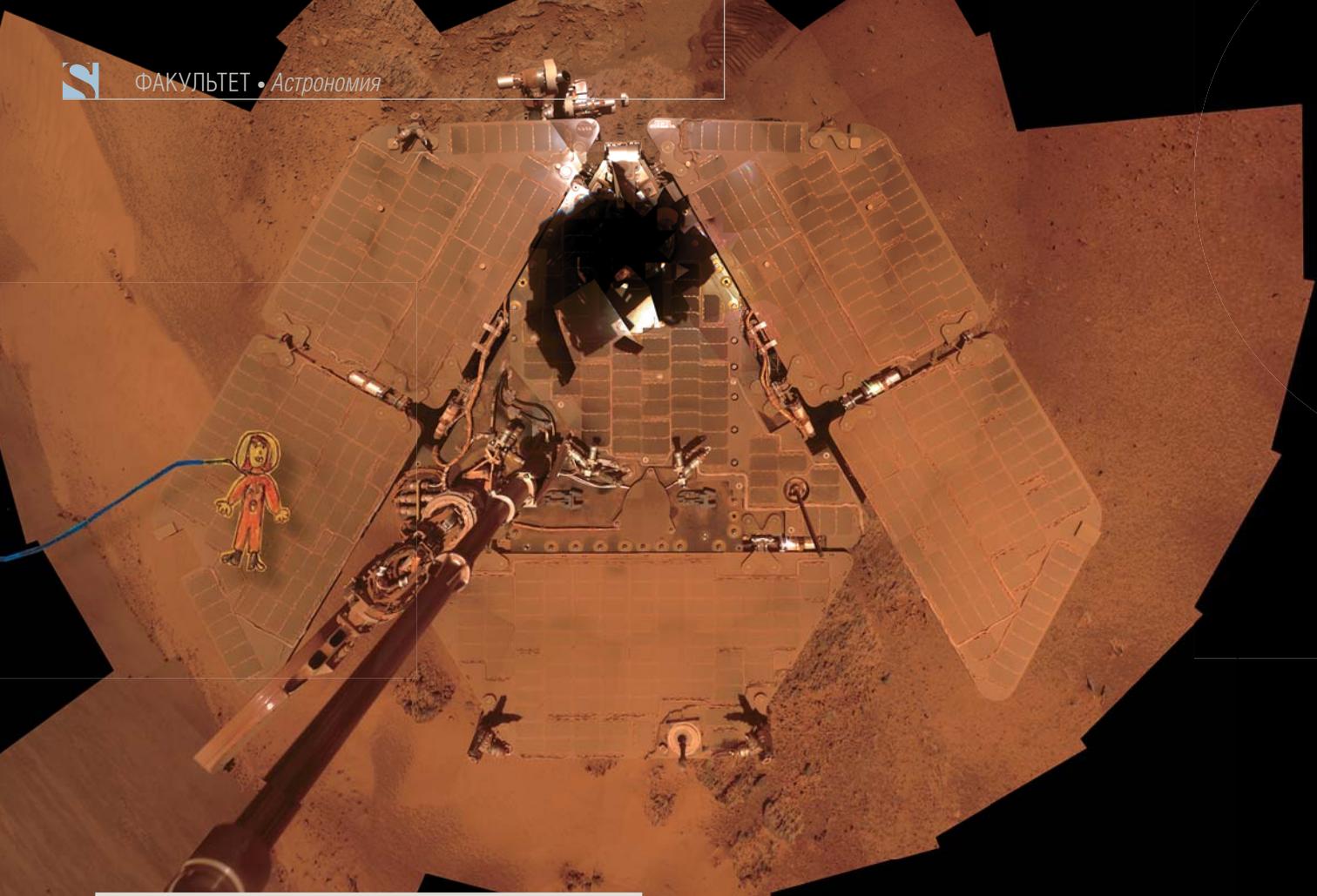


На околоземной орбите сегодня находится более 7 тыс. спутников – это не менее 7 тыс. тонн «железа», запущенного человеком в космос. Чтобы перевезти такое количество, потребуется тысяча КамАЗов. Правда, в рабочем состоянии находится лишь пятая часть этих аппаратов.

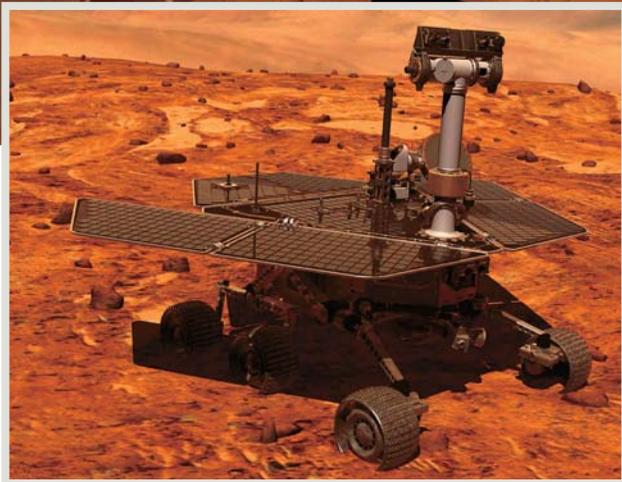
В космосе есть и другие рукотворные «железяки», которые улетели далеко от Земли. Они запущены в рамках *космических миссий* – научно-исследовательских проектов, посвященных изучению и покорению космического пространства. Таких миссий на сегодняшний день около тридцати. С помощью зондов и беспилотных космических аппаратов мы узнаем больше о планетах Солнечной системы, и не только о составе их атмосферы и строении поверхности. Например, на Марсе проводятся настоящие буровые работы. Беспилотные космические аппараты позволяют нам исследовать межзвездную среду и даже «высаживаться» на комете.

ЭПШТЕЙН Дмитрий Борисович – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории вычислительной аэродинамики Института теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН (Новосибирск), доцент Новосибирского государственного педагогического университета, руководитель астрономической лаборатории Клуба юных техников СО РАН. Автор и соавтор 13 научных работ

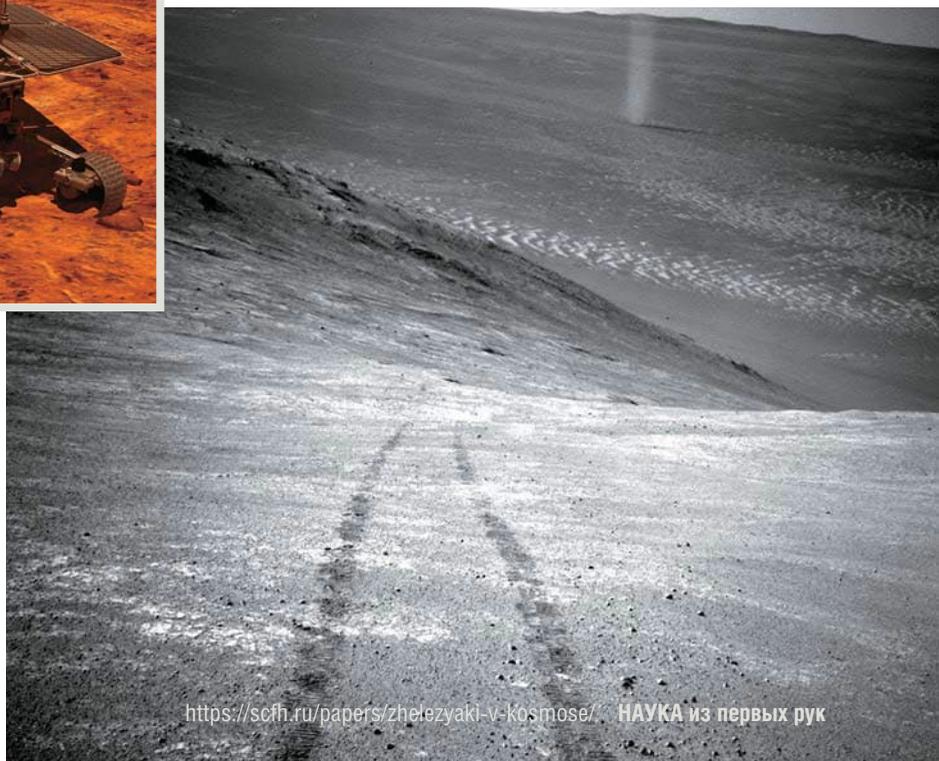
© Д. Б. Эпштейн, 2018

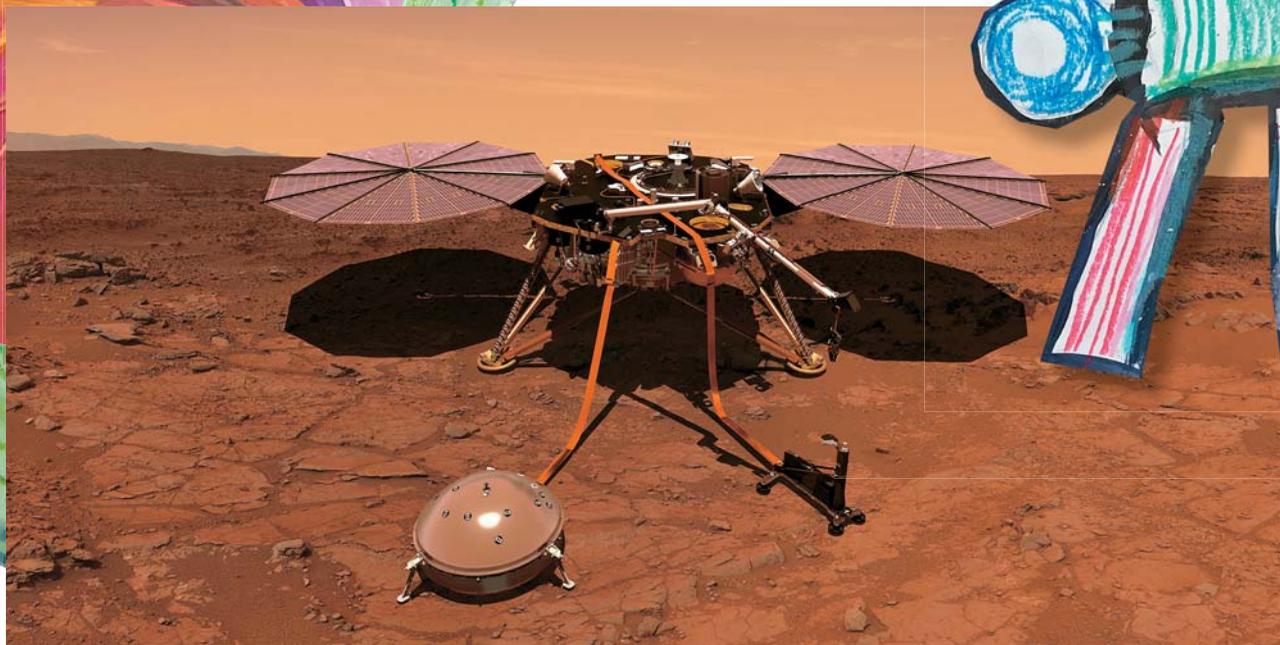


«Автопортрет» *Opportunity*,
сделанный в декабре 2011 г.
Credit: NASA



Марсоход *Opportunity* умеет делать селфи. Этот «автопортрет» он выслал на Землю в 2018 г., таким образом «отпраздновав» 5000-й день своей работы на Марсе. У марсохода также есть своя страничка в «Твиттер». На фото – *Opportunity* на поверхности Марса.
Credit: Courtesy NASA/JPL-Caltech





InSight – это уже не марсоход, а «марсостой», исследовательский посадочный аппарат с сейсмометром и шестиметровым буром. Задача станции – проводить буровые работы, собирать и исследовать образцы пород, а также регистрировать подземные толчки, возникающие от падения метеоритов. На фото – так будет выглядеть *InSight* на поверхности Марса. Credit: NASA/JPL-Caltech

Название марсохода *Opportunity* переводится как «благоприятная возможность». Его придумала в рамках конкурса NASA 9-летняя девочка Софи Коллиз, родившаяся в Сибири и удочеренная американской семьей. На поверхность Марса марсоход опустился 25 января 2004 г. Внешне *Opportunity* чем-то похож на пингвина: «крылышки» сзади – это солнечные батареи, за счет которых он передвигается по поверхности планеты. Проработав почти 15 лет, в 2018 г. марсоход попал в сильнейшую песчаную бурю и замолк, лишенный энергии. У *Opportunity* имелся брат-близнец *Spirit*, который должен был проработать 90 суток (марсианских солнечных суток, которые примерно на полчаса больше земных). Однако благодаря очистке солнечных батарей аппаратов марсианским ветром выработка электроэнергии значительно повысилась, поэтому марсоход продолжал работать еще долгое время после срока – 3,5 марсианских года (примерно 1900 земных дней). Потом он застрял в песчаных дюнах, откуда его долгое время пытались вытащить. К сожалению, одну из марсианских зим *Spirit* не пережил

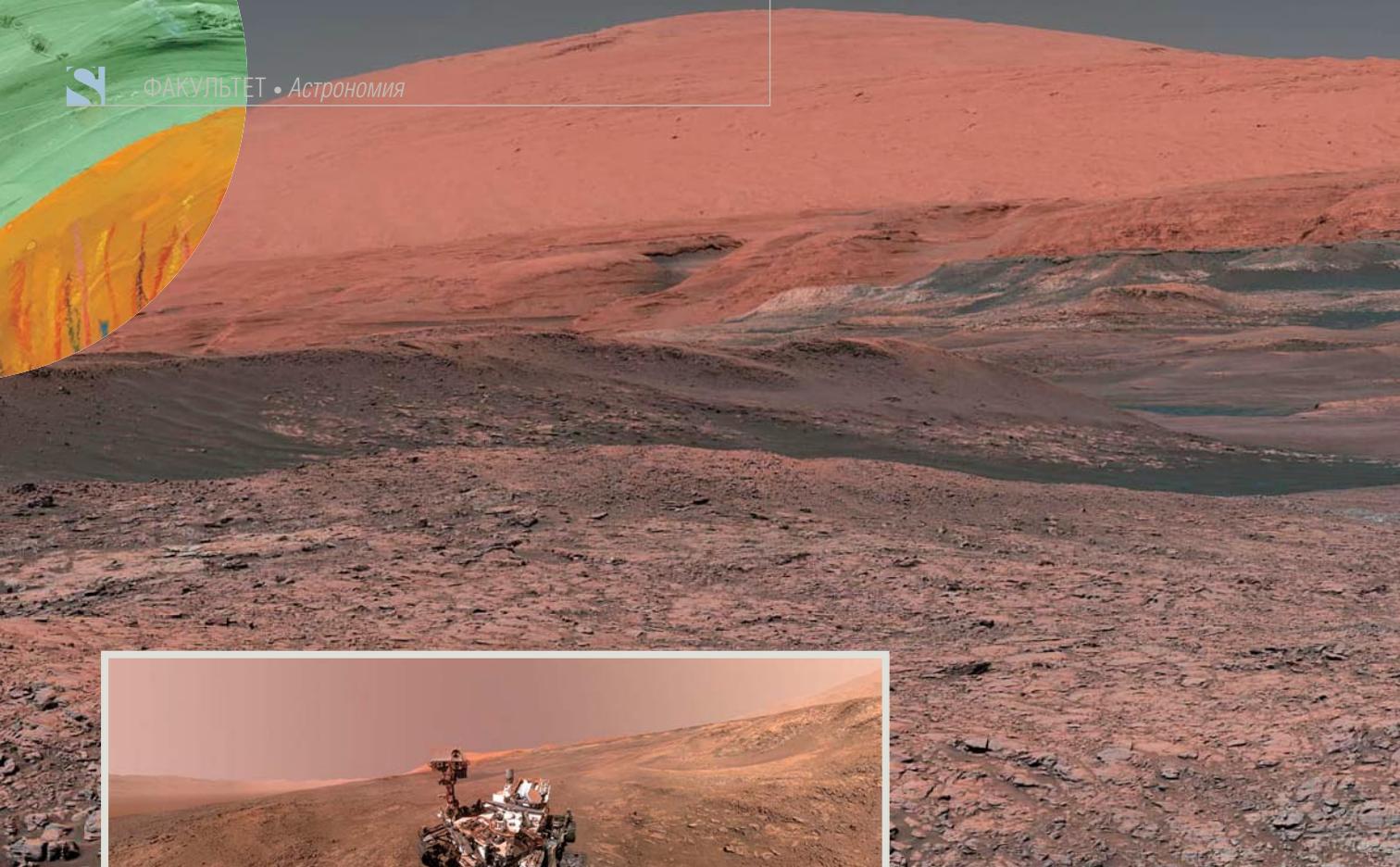
Кстати сказать, когда речь идет о космических миссиях, обычно говорят: «мы запустили», «у нас». Под этим «мы» подразумеваются не русские, американцы или китайцы, а все человечество. В самом космосе нет государств и наций: перед этим необъятным пространством все мы являемся просто жителями планеты Земля.

От орбиты и до бесконечности

«Воды нет. Растительности нет. Населена роботами... Это вовсе не планета Шелезяка из известного мультфильма «Тайна третьей планеты», а наш «сосед» по Солнечной системе. На Марсе действительно нет воды и привычных нам зеленых растений. Зато на его орбите сейчас находятся шесть автоматических межпланетных станций, а на поверхности работает марсоход *Curiosity*. Марсоход *Opportunity* после бури в июне-июле не отвечает на вызовы. Будем надеяться, что он не присоединится к семи уже вышедшим из строя автоматическим станциям и марсоходам, находящимся на красной планете. 5 мая 2018 г. NASA отправило к Марсу по самой экономически выгодной траектории новую станцию *InSight*, которая должна прибыть на место 26 ноября этого же года.

Вместе с ней на Марс отправились и два кубсата. Такое название получили малые (сверхмалые) космические аппараты объемом не более нескольких литров и массой, измеряемой несколькими килограммами.

Эти космические «наноустройства» впервые отправились так далеко, обычно их используют как земные спутники. Цель программы – проверить кубсаты



Вид на марсианскую гору Шарпа, рядом с которой приземлился марсоход *Curiosity*, успешно работающий до наших дней. 6 августа 2012 г.
 Credit: NASA/JPL-Caltech/MSSS

Марсианская научная лаборатория *Curiosity*. «Автопортрет».
 Credit: NASA/JPL-Caltech/MSSS

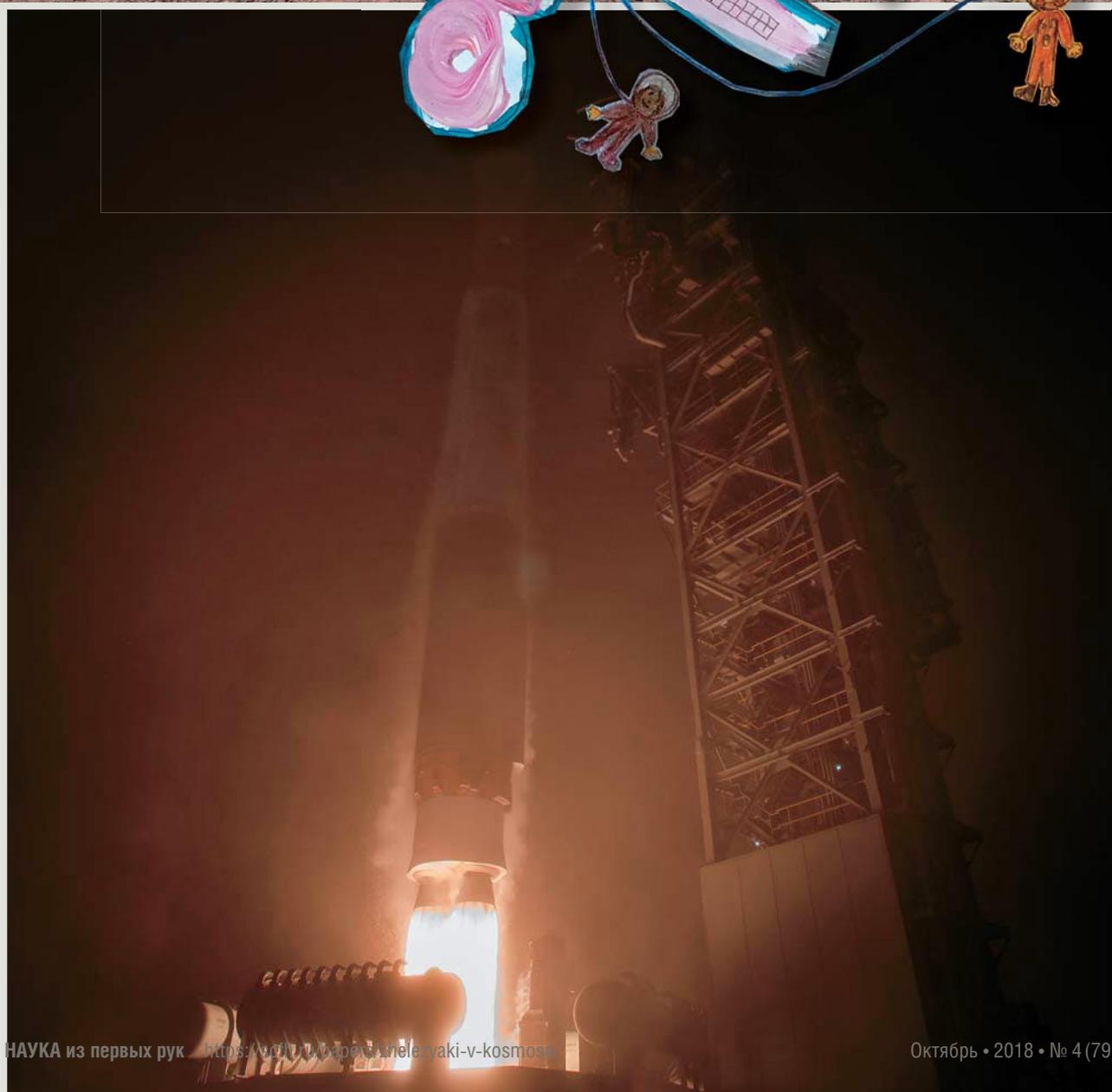
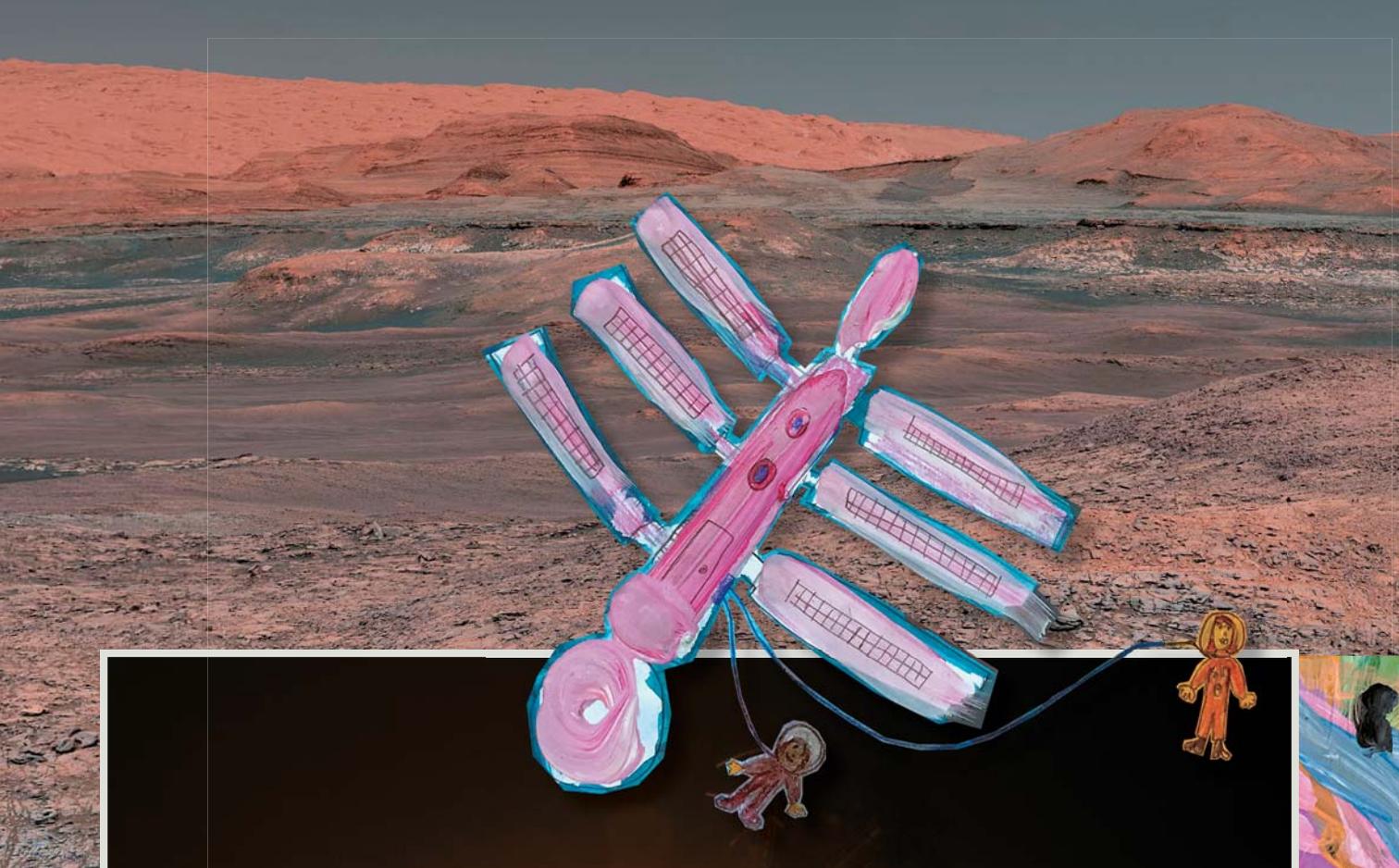
на «выживаемость» в далеком космосе. Кубсаты первоначально были прикреплены на модуле *InSight*, но отделились от основного аппарата после его вывода в открытый космос и направились к Марсу по другим траекториям. Они будут выступать в роли ретрансляторов станции, что повысит качество и надежность связи. Предполагаемая скорость передачи данных составит 8 килобит в секунду.

Но беспилотные аппараты изучают не только Марс. К Юпитеру, самой большой планете Солнечной системы, в 2011 г. была запущена автоматическая межпланетная станция «Юнона» (*Juno*), названная в честь жены Юпитера – верховного бога в древнеримской мифологии. В 2016 г. аппарат вышел на полярную орбиту этого газового гиганта.

«Новые горизонты» – еще одна автоматическая межпланетная станция, запущенная американским космическим агентством НАСА. Основная миссия этого самого дальнего управляемого спутника Солнечной системы заключается в изучении Плутона. Курьез в том, что через полгода после отправки станции в январе 2006 г. Плутон исключили из официального списка планет Солнечной системы, зачислив в разряд карликовых планет.

У марсохода *Curiosity* (от англ. «любопытство») нет солнечных батарей, он работает на ядерном реакторе. На задней части аппарата можно увидеть два цилиндра, обвешанных «радиаторами», – это и есть маленькая электростанция, работающая на плутонии. Кстати сказать, аппарат умеет делать свои «автопортреты», такое высокотехнологичное селфи. Марсоход рукой-манипулятором снимает самого себя с разных ракурсов, а затем с фотоснимков программным образом «удаляется» рука, чтобы не портить картинку

Запуск марсианской космической станции *InSight* на ракете-носителе «Атлас V». 5 мая 2018 г.
 Credit: NASA/Bill Ingalls





Компьютерное изображение межпланетной станции «Юнона», летящей к Юпитеру.

Credit: NASA/JPL-Caltech

Игрушечные фигурки на борту космического корабля «Юноны». *Справа налево: Юпитер, Юнона и Галилео Галилей.* *Credit: NASA/JPL-Caltech/KSC*



Станция долетела до Плутона в 2015 г., но на этом ее полет не закончился. В январе 2019 г. она должна добраться до астероида 2014 MU 69 в поясе Койпера (на расстоянии 43,4 астрономических единиц (а. е.) от Солнца, 1 а. е. = 149597870700 м). Астероиды в поясе Койпера – это «строительный мусор», но не простой: это то, что осталось неиспользованным при рождении планет. Изучая этот первичный материал, не прошедший процесс планетарной эволюции, мы сможем узнать больше о ранних стадиях формирования планет Солнечной системы.

Несколько миссий отправлено и к астероидам. Одна из них – межпланетная станция *OSIRIS-REx*, летящая к небольшому астероиду Бенну (101955), который находится в поясе астероидов между Марсом и Юпитером. Станция должна взять образцы грунта и доставить их на Землю.

В 2007 г. НАСА отправило космический аппарат *Dawn* для изучения астероида Веста и карликовой планеты Церера. А японское агентство аэрокосмических исследований в 2014 г. запустило автоматическую межпланетную станцию *Hayabusa 2*, которая в скором

В корпусе «Юноны» находятся три игрушечные алюминиевые фигурки LEGO, изображающие бога Юпитера, его жену Юнону и Галилея, открывшего четыре крупнейших спутника планеты Юпитер. Это, пожалуй, единственные предметы в космосе, которые находятся там «просто так» (все, что отправляется в космос, несет определенную функцию и должно работать). Вообще-то игрушки путешествуют в космосе постоянно: подвешенная игрушка выполняет роль самого простого астрономического прибора – гравиметра. Когда космический корабль выходит на круговую орбиту Земли, она начинает двигаться, оповещая космонавтов о наступлении невесомости. В отличие от всего остального, что окружает космонавтов на корабле, игрушку они могут выбрать самостоятельно. Одна из последних таких игрушек-гравиметров – мягкий пудель

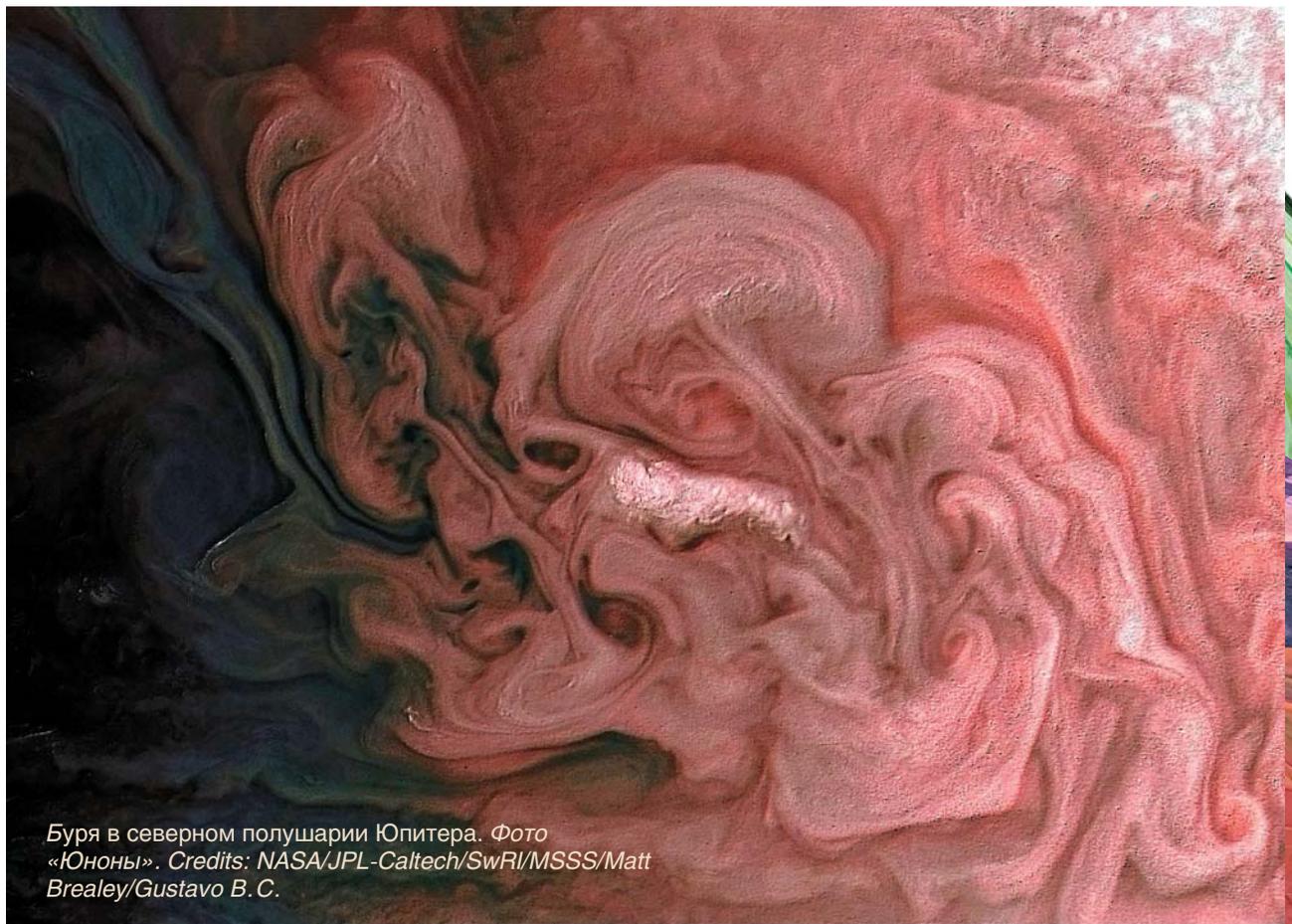
времени должна будет взять образцы грунта с околоземного астероида Рюгу (162173).

Дальше всех мы послали «Вояджер». Первым в истории аппаратом, достигшим границ Солнечной системы и вышедшим за ее пределы, стал «Вояджер-1». Он и «Вояджер-2» были отправлены в космос еще в 1977 г. – на сегодняшний день они являются самыми удаленными от Земли рукотворными объектами в Солнечной системе. Обе станции передали первые качественные снимки Юпитера и Сатурна, а «Вояджер-2» впервые достиг Урана и Нептуна.

Связь с первым «Вояджером» становится все хуже. «Общаться» с ним вообще тяжело: сигнал идет с Земли до него почти сутки – около 20 часов. В конце 2017 г. инженерам НАСА удалось запустить не работавшие почти 40 лет двигатели и выровнять аппарат так, чтобы его антенны были направлены на Землю. Благодаря этому мы еще какое-то время сможем получать информацию из межзвездного пространства с границ Солнечной системы. Кстати сказать, на борту станции находится золотая пластинка с посланием для инопланетян.

Где-то в космосе плывут еще и запущенные НАСА «Пионер-9» и «Пионер-10» – первые аппараты, план которых предусматривал выход за пределы Солнечной системы, однако связь с ними потеряна.

Но все-таки самые масштабные «железяки в космосе» – это орбитальные «обитаемые» космические станции. Международная космическая станция (МКС) – самый дорогой на сегодняшний день научный объект, ее стоимость составляет 100–150 млрд долларов. Расположена она на высоте 400 км от поверхности (расстояние как от Новосибирска до Барнаула). Это действительно не слишком высоко, всего лишь низкая околоземная орбита. На большей высоте человек и не нужен: все космические данные о Земле мы получаем от спутников. Зато на космической станции он превращается в самого дорогого на планете и очень нужного лаборанта-исследователя. Кстати, одна из немногих



Буря в северном полушарии Юпитера. Фото «Юноны». Credits: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/Matt Breaaley/Gustavo B. C.

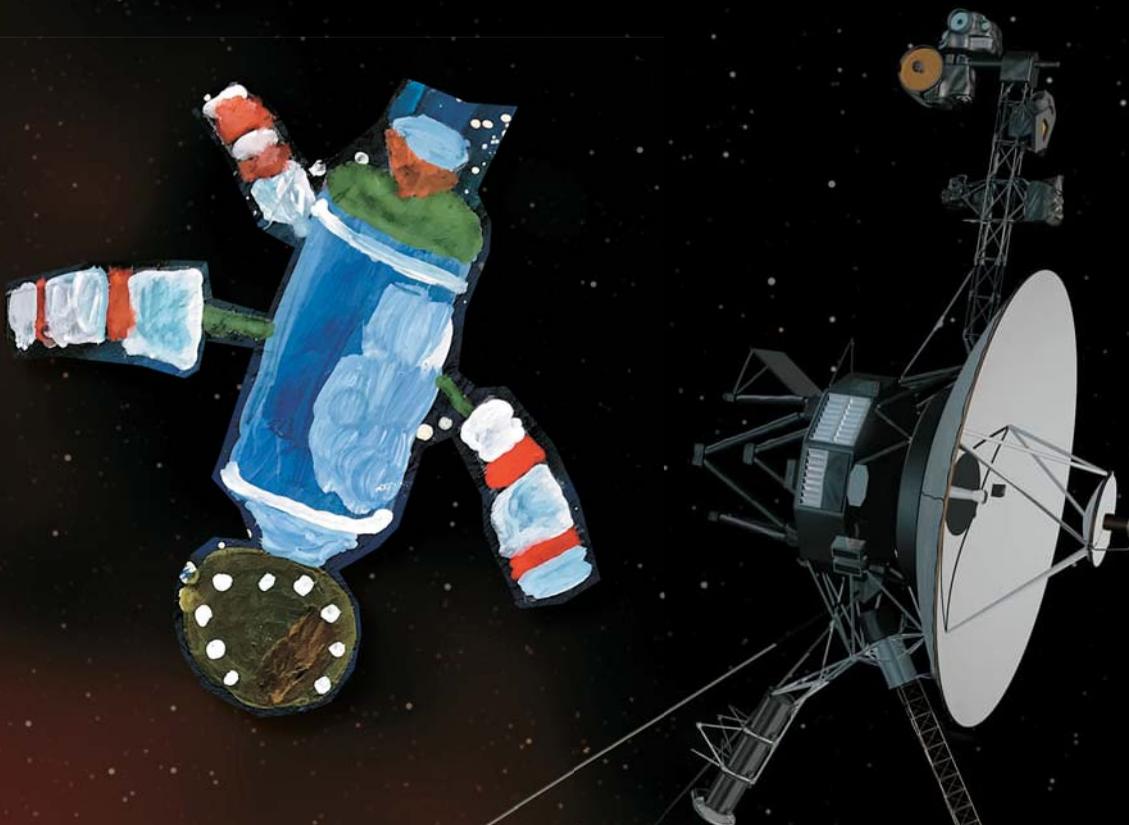
На околоземной орбите находится и самый известный космический телескоп «Хаббл», запущенный в апреле 1990 г. Раньше его снимки становились настоящей сенсацией, но на сегодняшний день телескоп устарел: современные технологии позволяют делать фотографии лучшего качества непосредственно с Земли



«Вояджер-1» – автоматическая межпланетная станция, сделавшая первые детальные снимки спутников Юпитера и Сатурна. Запущена в 1977 г.
Credit: NASA/JPL-Caltech

Телескоп «Хаббл» – автоматическая обсерватория на орбите вокруг Земли, названная в честь американского астронома и космолога Э. Хаббла (вверху).
Credit: NASA.
Справа – фото, сделанное «Хабблом».
Credit: NASA, ESA, and STSc





«МУСОР» В КОСМОСЕ

Неожиданная проблема – «космический мусор». У нас сейчас имеется два склада такого мусора: на околоземной орбите и в океане. Кладбище космических кораблей в Тихом океане – это проблема экологическая. Несмотря на то, что место захоронения находится в удаленной от материков точке, где практически нет течений и запрещено судоходство, токсичное космическое топливо, которое невозможно полностью выжечь, медленно распространяется по океанской акватории.

Что касается орбиты, на ней сейчас находится чуть ли не 6 тыс. уже не действующих спутников. Мы не можем собрать весь этот мусор, потому что это сложно технологически. И даже если мы не будем больше запускать спутники в космос, количество такого мусора будет расти: уже находящиеся на орбите спутники будут продолжать сталкиваться на скоростях 8 км/с, разбиваясь на осколки. Все это повышает стоимость каждого нового запуска чего-либо в космос.

Конечно, плотность космического мусора пока не настолько велика, чтобы нашу планету не было видно из космоса. Он похож, скорее, на пыль в комнате, которая не мешает видеть все предметы в помещении. Но если начать собирать пыль, ее может набраться немало. Так же обстоят дела и на орбите. И даже сейчас уже происходят печальные, а иногда и курьезные случаи. Так, в июле 1996 г. французский спутник столкнулся на орбите с фрагментом третьей ступени французской же ракеты *Arian*, в результате чего образовалось несколько сотен осколков.

Проблема космического мусора – это проблема будущего поколения, которую ему придется решить, чтобы безопасно продолжить исследования в космосе

В статье использованы работы воспитанников гимназии № 11 (г. Балашиха), сделанные под руководством учителей по изобразительному искусству Т.А. Канунниковой и Б.П. Калинина. Источник: сайт госкорпорации «Роскосмос»

задач, с которой человек справляется лучше техники, – распознавание пожаров.

Космос необъятен, и мы так мало еще о нем знаем. Многие поколения людей смотрели на звезды и задавались вопросом: что там и откуда это все появилось?

Сегодня человечество уже достаточно уверенно занимается исследованием ближайших окрестностей своей планеты, и кто знает, сколько еще нового и интересного нам предстоит увидеть. Надеюсь, что среди наших читателей окажутся те, кто загорится космосом и продолжит исследования этого огромного пространства, таящего множество загадок и открытий.

Литература

Петранека С. Как мы будем жить на Марсе. М.: Corpus, 2015. 160 с.

Савиных В.П. Записки с мертвой станции. М.: Системы Алиса, 1999. 88 с.

Саган К.Э. Космос. Санкт-Петербург: Амфора, 2008. 372 с.

ПОДПИСКА

На сайте журнала «НАУКА из первых рук» www.scfh.ru Вы можете:

● **Оформить подписку на печатную версию журнала**

3 номера печатной версии журнала, второе полугодие 2018 г. – 900 руб.

В стоимость подписки включена доставка журнала заказной бандеролью.

Оригиналы бухгалтерских документов для юридических лиц (договор, счет-фактура и накладная) будут высланы Вам почтой.

● **Купить отдельные выпуски печатной версии журнала «НАУКА из первых рук»**

Печатные выпуски журнала доставляются по почте

● **Способы оплаты**

Электронные платежи: через систему приема платежей Робокасса (банковскими картами, с помощью сервисов мобильной коммерции – МТС, Мегафон, Билайн – через интернет-банк ведущих Банков РФ, через банкоматы и т. д.)

С помощью квитанции: после оформления заказа Вам будет выслана квитанция ПД-4 для оплаты заказа в ближайшем отделении Вашего Банка

По адресу <https://scfh.ru/en/> Вы можете получить электронный доступ к англоязычной версии журнала SCIENCE First Hand

● **По всем вопросам обращаться:**

Тел.: 8 (383) 330-27-22
Факс: 8 (383) 330-27-22
e-mail: zakaz@info-press.ru

● **Платежные реквизиты:**

ООО «ИНФОЛИО»
ИНН 5408148073, КПП 540801001
Р/счет 407 02 810 523 120 001 110
в Филиале «Новосибирский»
АО «АЛЬФА-БАНК»,
г. Новосибирск
Кор/счет 30101810600000000774
БИК 045004774

● **Оформить подписку на электронную версию журнала (PDF)**

3 номера электронной версии журнала (PDF), второе полугодие 2018 г. – 290 руб.

6 номеров электронной версии журнала (PDF), 2018 г. – 590 руб.

Оплаченный номер электронной версии журнала (PDF) Вы получаете сразу после выхода очередного номера на указанный Вами адрес электронной почты

● **Купить отдельные выпуски электронной версии журнала «НАУКА из первых рук» (PDF)**

● **Получить электронный доступ**

к статье за 29 руб., к выпуску за 79 руб.,
ко всем статьям на сайте журнала:
на 1 мес. за 99 руб., на 6 мес. за 299 руб.,
на 12 мес. за 599 руб.

При покупке электронного доступа Вы получаете возможность читать статьи сразу после успешной оплаты.

Стоимость подписки
на 2-е полугодие 2018 г. – 900 руб.

● **Подписаться на электронную версию и купить отдельные номера журнала Вы можете также:**

ЛитРес: www.litres.ru

Научная электронная библиотека:
www.e-library.ru

Пресса.ру: www.pressa.ru

В стоимость подписки включена доставка журналов заказной бандеролью

В мире науки

SCIENTIFIC
AMERICAN

Ежемесячный
научно-
информационный
журнал

www.sci-ru.org

№ 10 2018

Темы номера

Седьмое чувство

Оказывается, иммунная система, которую долгое время считали отделенной от мозга, принимает активное участие в его жизнедеятельности.

Реальна ли темная материя?

Астрофизики накопили данные множества наблюдений, которые трудно объяснить, прибегая к концепту темной материи. Быть может, гравитация устроена сложнее, чем предполагал Эйнштейн?

Термиты и волшебные круги

Взаимодействие насекомых и растительности объясняет загадочные узоры, наблюдаемые по всему миру.

Гигантские волны

Прогнозирование природных явлений и опыт серферов позволяют организовать рекордные заезды на самых больших прибойных волнах планеты.

Возвращение Дарвина

Исследования показывают, что 60% американских учителей избегают преподавания теории эволюции или урезают эту часть программы. Сейчас принимаются меры, чтобы изменить ситуацию.

Искусство, порожденное числом

Изображения и скульптуры, вдохновленные математическими принципами, иллюстрируют величественную красоту науки.



Хотите знать о науке больше?

Полный архив выпусков журнала «В мире науки» —
на сайте издания по адресу:

<https://sciam.ru/catalog>

В мире
науки

SCIENTIFIC
AMERICAN

Архив



Образовательный юношеский центр «Сириус» был организован в г. Сочи на базе олимпийской инфраструктуры. Ежемесячно он принимает около 800 школьников со всех концов России, проявивших способности в области науки, художественного творчества и спорта. На фото – гостиница на берегу Черного моря, где живут ребята. Фото В. В. Власова (Новосибирск)

ISSN 18-10-3960

