



## Музей – звено в цепи времен

# 11/2015 В НОМЕРЕ

## 4 ГЛАВНАЯ ТЕМА

**Музей – звено в цепи времен**

Как живут музеи сегодня? Какие их разновидности существуют? Чем они вообще заняты, кроме «простого» запоминания прошлого – и так ли уж это запоминание просто? И меняется ли оно от эпохи к эпохе? Каким должен быть музей, чтобы находиться не на пыльной периферии культурной жизни, а в самой ее сердцевине?

## 5 ЗАМЕТКИ ОБОЗРЕВАТЕЛЯ

*А. Волков*  
**Музеогеномика – новая научная ниша**

В крупнейших музеях естествознания – зоологических, биологических, палеонтологических – собраны бесчисленные сокровища. Здесь хранятся миллиарды объектов. Лишь малая часть их выставлена на обозрение посетителей. Многие экспонаты по-прежнему лежат в запасниках. Но ошибется тот, кто скажет, что они никому не нужны. В последние годы эти предметы, собранные многими поколениями натуралистов, вызывают всё больший интерес ученых.

## 17 НОВОСТИ НАУКИ

## 20 В ФОКУСЕ ОТКРЫТИЙ

*Л. Крайнов*  
**Запрягая ДНК в работу**

## 22 ГЛАВНАЯ ТЕМА

*О. Балла*  
**Голосами вещей**

## 36 ГЛАВНАЯ ТЕМА

*С. Смирнов*  
**Музей, называемый территория**

## 38 ГЛАВНАЯ ТЕМА

*М. Тимофеев*  
**Как нам музеефицировать СССР?**

## 44 ВО ВСЁМ МИРЕ

## 46 ГЛАВНАЯ ТЕМА

*В. Климентов*  
**Храм культуры или Диснейленд?**

## 53 РАЗМЫШЛЕНИЯ К ИНФОРМАЦИИ

*Б. Жуков*  
**...волоча бесконечный геном**

## 54 ГЛАВНАЯ ТЕМА

*Т. Кубасова*  
**Дарвиновский музей: новейшие технологии**

## 60 ГЛАВНАЯ ТЕМА

*Л. Ашкинази*  
**Два одинаковых, разных во всём остальном**

## 64 ГЛАВНАЯ ТЕМА

*Л. Краснопеццев*  
**Хранитель истории**

# 11/2015 В НОМЕРЕ

**68** ГЛАВНАЯ ТЕМА

*Т. Кулешова*  
Музей добра

**73** ЛАВКА ДРЕВНОСТЕЙ

**75** ГЛАВНАЯ ТЕМА

*О. Гертман*  
Пермский край: места  
памяти

**84** ГЛАВНАЯ ТЕМА

*Л. Бубнова*  
Каллиграфия – для всех!

**88** ГЛАВНАЯ ТЕМА

*Л. Намер*  
Ленд, лиз, музей

**92** ГЛАВНАЯ ТЕМА

*Л. Васильева*  
Душа танка  
и истористика

**96** ГЛАВНАЯ ТЕМА

*С. Носов*  
В доме камней  
имени Ферсмана

**99** УЧИТЕЛЯ ОБ УЧИТЕЛЯХ

*А. Архангельский*  
«Счастье – это когда  
тебя перерастают»

**104** О РОБОТАХ  
И НЕ ТОЛЬКО О НИХ

**106** ГЛАВНАЯ ТЕМА

*Ю. Кирпичев*  
Пушечный анабазис

**109** СОСЕДИ ПО ПОЛКЕ

*А. Голяндин*  
В лучах свастики,  
в тени свастики

«Он верил, что никогда народ не  
заживет хорошо, пока будет царить  
несправедливость. Но он ведь любил  
свой народ больше всего на свете. И он  
всё думал и думал о том, как надо было  
бы устроить жизнь бедных людей...»  
Детская литература в Третьем рейхе –  
это, прежде всего, бесчисленные книги  
о добром «дедушке Гитлере».

**113** ВЕРНИСАЖ «З-С»

*Е. Генерозова*  
Уникальный мир

**115** ГЛАВНАЯ ТЕМА

*М. Сорвина*  
Подмосковная  
жемчужина

«Серпухов? Ну, что там может быть?  
Какой музей?» Так говорят те, кто его  
не видел. Тех, кто решится посетить эту  
подмосковную жемчужину, ждет  
оторопь – крайняя степень изумления.

**124** ГЛАВНАЯ ТЕМА

*Г. Любарский*  
Невидная наука  
Зоологического музея

**128** МОЗАИКА



# Музей – звено в цепи времен

Музеи – мы, причастные к журналу, – любим. В музеи мы – не так часто, как хотелось бы, – ходим. О музеях мы – в меру сил – пишем. Попыток взяться за необозримую музейную тему было немало (из последних – «Кунсткамеры XXI века», «З-С» №10/11 и «Заметки о двух музеях...», «З-С» №6/12, не говоря уже о серии статей этого года), но всякий раз мы понимали, что только начинаем разговор, конца которому не видно. И тем не менее...

С некоторых пор в нашем журнале существует рубрика, смысловый потенциал которой существенно превосходит скромную частоту, с которой та появляется на наших страницах – «Музей: лаборатория будущего». В этой рубрике мы, с самого момента её зарождения, стараемся помочь читателю увидеть музеи не как унылые хранилища отжившего, но, напротив, как места активного осмысления прошлого и, не менее важно, – выработки будущего.

Главное же – в том, что в современной культуре, в частности, что для нас особенно интересно, в культуре российской, существует много видов лабораторий будущего (более того – на наших глазах возникают новые, и еще не у каждой есть устоявшееся название). О них надо говорить, и мы намерены это делать и далее. Музей – всего лишь одна из таких форм, просто наиболее известная. Но достаточно ли она осмыслена, вполне ли освоен ее ресурс выработки будущего? Кажется, нет, – и над этим осмыслением мы будем работать.

Музеям зачастую приходится несладко: их содержание ревизуют неофиты от культуры и морали, их перестают обеспечивать охраной, а то и просто предлагают «освободить помещение» и вместе со всем скарбом выйти вон.

Как живут музеи сегодня? Какие их разновидности существуют? Чем они вообще заняты, кроме «простого» запоминания прошлого – и так ли уж это запоминание просто? И меняется ли оно от эпохи к эпохе? Каким должен – и может – быть музей, чтобы находиться не на пыльной периферии культурной жизни, а в самой её сердцевине?

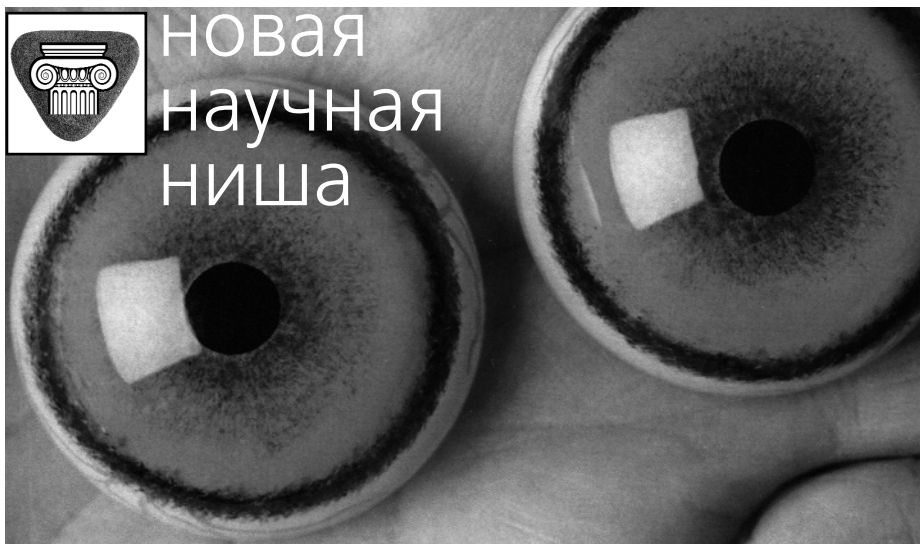
Хотя бы на некоторые из заданных вопросов мы, надеемся, найдем ответы в Главной теме этого номера в материалах, помеченных эмблемой античной капители. А эти ответы укрепят нас в понимании того, что «хранилища прошлого» непременно требуется сбросить – ведь в них зарождаются и формируются «лаборатории будущего».

Александр Волков

# Музеогеномика—



Новая  
научная  
ниша



В крупнейших музеях естествознания – зоологических, биологических, палеонтологических – собраны бесчисленные сокровища. Здесь хранятся миллиарды объектов. Лишь малая часть их выставлена на обозрение посетителей. Многие экспонаты по-прежнему лежат в запасниках. Но ошибется тот, кто скажет, что они никому не нужны. В последние годы эти предметы, собранные многими поколениями натуралистов, вызывают всё больший интерес ученых.

*Эти  
стеклянные  
глаза  
украсят  
«царя  
зверей» –  
хранящееся  
в музее  
чучело льва*

С помощью новейших методов молекулярной биологии, химии и генетики ученые выявляют тайны их смерти, расшифровывают их генетическую информацию. «Музеогеномика» (*museogenomics*), или сокращенно «музеомика» (*museomics*), стала новым трендом в исследовании загадки жизни на планете Земля, превратилась в новую научную дисциплину.

На протяжении XVIII–XX веков ботаники и зоологи совершали многочисленные экспедиции в отдаленные части света, привозя оттуда множество ценных экспонатов. Не будь этих

одержимых людей, мы много бы не знали о прошлом нашей планеты, о нашем прошлом. Многие их находки – это всё, что осталось от вымерших видов растений и животных. Собранные коллекции поступали в музеи. Их подробно описывали, давали им научные названия, снабжали этикетками и вносили в каталоги – подчас через десятилетия после того, как было сделано открытие.

Теперь работу этих энтузиастов продолжают генетики. Они выводят у экспонатов тайны, которые не могли раскрыть прежние поколения ученых,

ничего не знавшие о ДНК. Мы же, научившись расшифровывать этот «код жизни», становимся хранителями секретных, недоступных никому другому знаний о прошлом нашей планеты.

Музеи сегодня стали больше, чем музеи. Они превратились в научные лаборатории. Многочисленные экземпляры животных, хранящиеся здесь, словно специально собраны для того, чтобы ученые, рано или по-

го чирка и американской савки – птиц, собранных орнитологом из США Александром Ветмором летом 1916 года в окрестности Солт-Лейк-Сити. Они хранились в Национальном музее естественной истории в Вашингтоне – крупнейшем естественнонаучном музее мира, где представлено более полумиллиона образцов птиц.

Всего через два года после того, как Ветмор пополнил коллекцию музея



*Препарированные птицы  
пополняют коллекцию музея*

*Ученый берет образец ткани,  
чтобы исследовать ДНК  
музейного экспоната*



здно, занялись анализом их генетических шифров.

Исследование ДНК музейных экспонатов, как и ископаемых находок, то бишь *ancient DNA* (aDNA), «древних ДНК», открывает новые, удивительные перспективы. В последние годы эти исследования стали важным направлением работы в палеонтологии, палеоботанике и антропологии (точнее говоря, палеоантропологии), а также в археологии. Возникла даже новая научная дисциплина – палеогенетика, достижениям которой была посвящена Главная тема нашего журнала в мае прошлого года.

Благодаря музейным экспонатам ученые воссоздают картину возникновения новых видов, выводят всевозможные хитрости, помогавшие животным приспособиться к изменениям климата, описывают вспышки эпидемий, которые обрушивались на животный мир, на человечество.

Так, летом 2002 года американский вирусолог Джеффри Таубенбергер обратил внимание на чучела коричнево-

этими экспонатами, разразилась одна из самых страшных эпидемий в истории человечества. «Испанский грипп» (зловещая «испанка») унес жизни примерно 50 миллионов человек (см. «З-С», 5/15). Ученые давно пытались понять причину этого бедствия, чтобы предотвратить его повторение. Откуда взялся вирус H1N1? Каким образом люди заразились им?

Обследуя запасники вашингтонского музея, Таубенбергер отыскал более двух десятков птиц, пораженных вирусом «испанки» незадолго до того, как тот принялся выкашивать людей. Так подтвердились догадки ученых, предположивших, что «испанка» была разновидностью «птичьего гриппа», а значит, рано или поздно нам придется

иметь дело с новой опустошительной эпидемией гриппа, ведь в мире птиц вспышки этого заболевания регулярно повторяются (см. «З-С», 5/14). Так, уже после 2002 года ученые несколько раз били тревогу, когда наблюдалась массовая гибель птиц. Пока, впрочем, ни к каким серьезным последствиям вспышки «птичьего гриппа» не приводили, если не вспоминать, что в целях защиты от эпидемии пришлось истребить множество домашних птиц. Но когда-нибудь дело этим не ограничится, ведь современные разновидности вирусов гриппа состоят в близком родстве с вирусом H1N1.

Вот уже несколько столетий ученые собирают образцы растений и животных. Долгое время они проделывали эту работу, ничего не зная о генах, не догадываясь, что с помощью сохранных в формалине образцов каких-нибудь птиц можно восстанавливать историю инфекционных заболеваний, столетиями преследовавших людей. Да что там генетический анализ или природа пандемий! Многие безвестные собиратели «занятных диковин», пополнявших музейные полки, зная ничего не зная ни о бактериях, ни о вирусах. Они оставляли вечности все эти мумии певуний-птиц или докучливых грызунов, а с ними туда — контрабандой — проникали микроорганизмы, которыми были заражены иррипиленные навсегда животные.

Теперь по следам этих энтузиастов идут исследователи новой генерации, которые перетряхивают покоившиеся веками коллекции и, выбирая то один, то другой музейный препарат, выскивают в омертвевших покровах тканей остатки ДНК микробов, создавших когда-то колонии в организме этих животных.

Методы сравнительного анализа помогают сопоставить геномы стародавних бактерий и вирусов с наследственной информацией современных микроорганизмов и воссоздать их эволюцию. Эта рутинная работа, закипевшая в музейных запасниках, позволит понять, в организмах каких животных обитали лет 100–200 тому назад предки микробов — возбудителей тех или

других заболеваний, прежде чем вторглись в пределы «царства человеческого». Только этот кропотливый труд генетиков даст возможность реконструировать подлинную историю эпидемий и, может быть, предупредить зарождение новых.

- Так, когда в 1993 году на юго-западе США был выявлен ряд случаев инфицирования хантавирусом, поначалу было не ясно, что стало причиной заболеваний. Стали поговаривать даже об экспериментах, которые якобы проводили военные. Однако, исследовав чучела грызунов, хранившиеся в музее Техасского технологического университета и музее университета штата Нью-Мексико, ученые выявили, где прятался вирус. Оказалось, им были заражены олени хомячки. Когда в 1992 году пришел очередной Эль-Ниньо (см. «З-С», 7/14) и начались необычайно затяжные дожди, популяция грызунов стремительно разрослась, а значит, стала гораздо выше и вероятность того, что, рано или поздно, этим вирусом заразились бы люди. Оно и случилось...

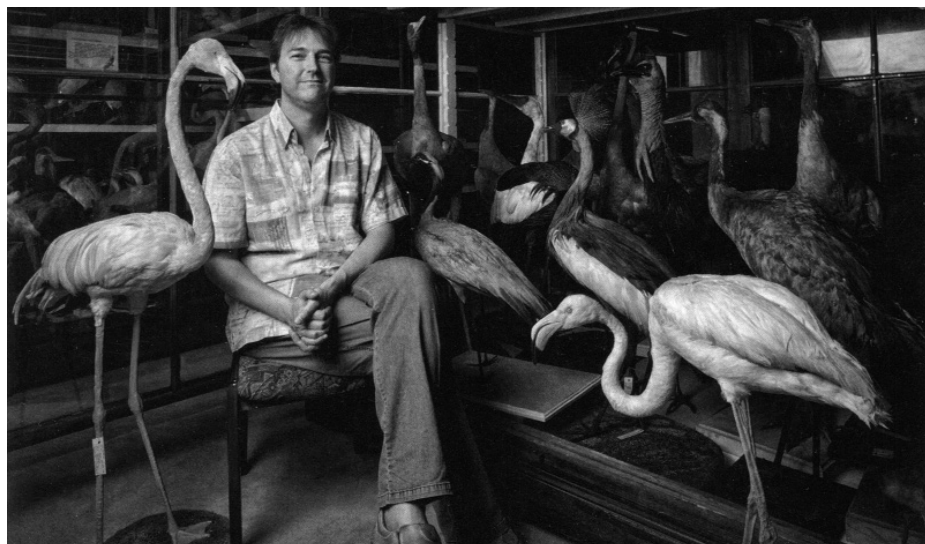
- В 2014 году ученым удалось выделить геном возбудителя туберкулеза — бактерии *Mycobacterium tuberculosis*, исследовав три скелета людей, живших более тысячи лет назад на территории Южной Америки. Традиционно считалось, что эту болезнь занесли сюда испанские завоеватели.

«Будущее медицины лежит в ее прошлом» — так считают представители такого научного направления, как эволюционная медицина. Пытаясь понять происхождение тех болезней, от которых страдает современное человечество, они исследуют древние мумии, хранящиеся в различных музеях мира. Цель подобных работ — понять, отчего умерли эти люди — от тех же недугов, которые преследуют и нас, или же тогда, тысячи лет назад, болезни были другими.

Возьмем, например, атеросклероз, обызвествление артерий, — причину многих заболеваний сердечно-сосудистой системы. Считается, что развивается он у людей, которые ведут малоподвижный образ жизни, неправильно питают-

ся. Однако, исследуя древнеегипетские мумии, ученые убедились, что у многих из них, как и у наших современников, сердце было изношенным, а стенки сосудов покрыты известковыми бляшками. Очевидно, природа сердечно-сосудистых заболеваний сложнее, чем при-

генный гриб *Batrachochytrium dendrobatidis*, который вызвал в последние полтора десятилетия массовое вымирание земноводных (см. «З-С», 11/09). Как оказалось, мексиканские саламандры, пополнившие коллекцию музея в 1970-е годы, умерли именно от этого грибково-



Немецкий орнитолог Мартин Пекерт рядом с музейными экспонатами фламинго

Препаратор только что закончил работу над чучелами детенышей императорских пингвинов



нято считать. Что, если стенки артерий уплотняются из-за поселившихся там бактерий или вирусов? Почему бы не выдвинуть такую гипотезу? Медикам же предстоит найти ответ на этот вопрос — найти в будущем или прошлом.

Волны эпидемий обрушиваются не только на людей, но и на животных. В 2011 году в Музее зоологии позвоночных в Беркли в хранившихся здесь экземплярах амфибий удалось обнаружить пато-

го заболевания. Численность их популяции уже тогда заметно сократилась. Обследуя музейные экспонаты, ученые сумели даже реконструировать пути распространения эпидемии. В начале 1980-х годов та же болезнь поразила земноводных, обитавших в Гватемале, а в 1987 году достигла Коста-Рики.

Но что мы всё о мрачном? Музеогеномика может дать ответ на самые раз-



ные вопросы. Исследование музейных экспонатов, например, — это прекрасная возможность проанализировать степень родства различных, порой очень близких видов беспозвоночных животных.

Так, в запасниках берлинского Музея естественного хранения хранится около 800 тысяч образцов бабочек. Сотрудники музея методично занимаются анализом их ДНК.



*Музейная коллекция млекопитающих*

Вот пример такой работы. В музее представлены 16 тысяч видов огнёвкообразных. Это надсемейство бабочек распространено очень широко; многие из них являются вредителями сельскохозяйственных культур и пищевых продуктов (подсолнечниковая, мучная, мельничная огнёвки и тому подобное). И вот для каждого вида бабочек был составлен свой «генетический паспорт». При этом выяснилось, что некоторые, внешне очень непохожие бабочки, которых принимали за отдельные виды, генетически ничем не отличаются друг от друга. Были и обратные случаи, когда, на первый

взгляд, морфологически одинаковые экземпляры по приговору генетиков пришлось относить к разным видам.

Проведение подобной работы в естественных условиях немислимо. Нужно организовать сотни, если не тысячи экспедиций в поисках неприметных мотыльков, чтобы выяснить их родословную, их степень родства. Такая работа возможна только в том случае, если мы располагаем музейной

коллекцией, которая собиралась не одно десятилетие и даже столетие.

Разумеется, генетикам тоже придется решать немало проблем. ДНК музейных экспонатов представляют собой сложную смесь, содержащую как молекулы самих растений или животных (эндогенную ДНК), так и ДНК различных микробов, которые находились в этих организмах еще при жизни или же проникли в их ткани после их смерти.

Кроме того, эти ДНК сильно фрагментированы. Впрочем, в наши дни разработаны технологии, позволяющие надежно анализировать даже небольшие фрагменты aDNA. Так что, теперь удастся, исследуя музейные экспонаты, воссоздать геном такого

качества, что его можно смело сравнивать с геномом, взятым у ныне живущих организмов.

Анализируя генетический материал животных, населявших нашу планету в не очень отдаленном прошлом, например, в ледниковом периоде, – то бишь исследуя их ископаемые останки, хранящиеся в палеонтологических музеях, – можно установить, как изменялся их геном со временем, как

жавшего вдали от цивилизации, прибыли полинезийские переселенцы, здесь обитали 9 видов нелетающих птиц, принадлежавших к отряду моаобразных (моа). Если представители самого небольшого вида, скорее, были похожи на индюков, то другие своими мощными ногами, небольшой, высоко поднятой головой напоминали страусов. Самки двух самых крупных видов весили почти четверть тонны.



*Препаратор работает над  
чучелом сарыча. Слева – уже  
готовый экспонат*

шел обмен генами между популяциями и даже какова была численность отдельных популяций в какие-то эпохи. Если, например, генетики убедятся, что численность вида животных резко сократилась как раз в то время, когда в его ареале расселился человек, это будет лишним свидетельством в пользу того, что этот вид вымер потому, что был истреблен. Ведь до сих пор ведутся споры о том, были ли крупные виды животных, населявшие планету в ледниковом периоде, истреблены человеком или они вымерли из-за изменившихся условий обитания (см. «З-С», 5/13, 7/10, 3/00).

Недавнее исследование генетиков (с привлечением опять же музейных коллекций) подталкивает нас к неизбежному выводу.

Когда в конце XIII века к берегам Новой Зеландии, тихого уголка, ле-

Однако вскоре после появления здесь людей ни одной из этих птиц не осталось. Судя по археологическим находкам, местные жители часто охотились на моа. Однако точная роль человека в судьбе моа была неизвестна. Результаты проведенного ранее генетического анализа показали, что численность птиц стала как будто сокращаться еще до прибытия сюда полинезийцев.

Пытаясь найти разгадку, ученые из Музея естественной истории при Копенгагенском университете пару лет назад проанализировали ДНК 281 птицы моа. И вот что узнали генетики. В последние четыре тысячи лет перед прибытием в Новую Зеландию человека ничто не предвещало исчезновения

этих птиц. Никакого генетического оскудения ни у одного вида моа не было. Их популяции были всё это время многочисленными — до тех пор, пишут исследователи, «пока птицы внешне не исчезли».

«Самое удивительное, что процесс вымирания птиц никак не отразился на их генах», — подчеркивается в отчете. Вероятно, моа исчезли так быстро, что это не повлияло на их генетичес-



*Крупным планом: сарыч готов к броску. При ближайшем рассмотрении видно, что его тушка набита ватой*

кий пул. Они гибли быстрее, чем размножались. Как полагают генетики, в течение одного-двух столетий все птицы моа, населявшие Новую Зеландию, были истреблены людьми. Тем больше оснований у нас подозревать, что с такой же зловещей легкостью несколько тысяч лет назад люди уничтожили всю мегафауну Америки.

Изучая останки ископаемых животных, в том числе кости, хранящиеся в музеях, генетики заглядывают все дальше в прошлое. Так, в 2013 году на страницах журнала *Nature* был опубликован отчет международной группы ученых (координировал их работу Копенгагенский университет), которым удалось исследовать генетический материал, выделенный из кости дикой лошади, умершей около 700 тысяч лет назад (!). Чтобы понять значение рекорда, добавим, что на момент этого

исследования генетикам удавалось перенестись в прошлое лишь на несколько десятков тысячелетий.

Методы реконструкции генома развиваются, и, возможно, в скором времени ученые подберутся к таким музейным экспонатам, о которых раньше и думать было нельзя, что они когда-нибудь заговорят. Учитывая результаты недавних исследований, отмечается на страницах журнала *Proceedings of the Royal Society B*, можно рассчитывать на то, что нам удастся расшифровать «геномы организмов, населявших нашу планету еще около миллиона лет назад».

Но почему мы говорим лишь о животных! А растения? Известно, что во всем мире насчитывается более 3000 гербариев; некоторые из них собирались на протяжении четырех с половиной столетий. Однако биологи, изучающие эволюцию с применением методов генетического исследования, до недавнего времени почти не обращали никакого внимания на эти ценные архивы.

Любопытно, что ботаники в те времена часто брали в коллекцию, словно в «кунсткамеру», растения, пораженные какими-либо возбудителями заболеваний. Поэтому старинные гербарии могут быть еще и справочниками по эпидемиям, от которых в прошлом страдали растения.

Так, пару лет назад международная группа исследователей реконструировала несколько геномов паразитического гриба *Phytophthora infestans*, извлеченных из проб, которые были взяты в XIX веке в разных областях планеты. Этот гриб — возбудитель такого заболевания картофеля, как фитофтороз. Особенно бурно он размножается в сырую погоду.

Летом 1845 года, когда на Ирландию обрушились затяжные дожди, весь урожай картофеля на полях почернел. В то время картофель был для ирландцев едва ли не «первым хлебом». За неурожаем последовала голодная зима, затем еще одна, еще. Лишь с 1849 года жизнь в стране снова стала налаживаться. Но к этому времени уже началось повальное бегство ирландцев в Америку. Всего

с 1845 по 1855 год страну покинуло более двух миллионов человек – примерно четверть ее населения.

Образцы картофеля, оставшиеся от тех мрачных времен, позволили ученым, сравнивавшим различные варианты генома фитотфоры, установить взаимосвязи между отдельными ее штаммами. Выяснилось, что возбудителем эпидемии, разразившейся в середине XIX века, был один-единствен-

ный штамм – HERB-1. В образцах фитотфоры, собранных в XX веке, он пока не обнаружен. Можно предположить, что этот штамм исчез или встречается очень редко.



Многие генетические фрагменты, извлекаемые из растений, хранящихся в музейных коллекциях, на самом деле принадлежат не им, а микроорганизмам, даже если растение выглядит здоровым. Исследуя эти фрагменты, можно воссоздать «метагеном» растения, то есть совокупность всех генов, содержащихся в нём самом и населяющих его микроорганизмах. Эти метагеномы разнятся у здоровых и инфицированных растений, у растений, росших в разных условиях и различные эпохи.

С помощью музейных препаратов можно проследить и за тем, как нарастало загрязнение окружающей среды в последние два-три столетия, – и опре-

делить, происходило ли это по естественным причинам или же руку к тому приложил человек. Так, в образцах птиц, собранных в 1940–1950-е годы, находят ртуть. Скорлупа птичьих яиц, отложенных в 1960-е годы, содержит примеси ДДТ. В 2002 году, изучая коллекции лягушек, ученые убедились в том, что с тех пор, как в сельском хозяйстве стал применяться такой гербицид, как ат-

*В наши дни всё больше ученых интересуются музейными экспонатами*

рацин, число животных с неправильно развитыми половыми органами заметно возросло.

Старинные музейные экспонаты заинтересовали и тех, кто занимается проблемой глобального потепления. Ведь климат меняется очень медленно. При такой неспешности небес очень трудно исследовать, как изменения климата влияют на различные виды животных. Подобный проект, длящийся, скажем, 20–30 лет, поглотит немалую сумму денег. И где гарантия, что его финансирование не будет прекращено?

Музеи же, словно машины времени, легко перенесут нас на несколько десятилетий назад, чтобы мы увидели, действительно ли за эти годы те или

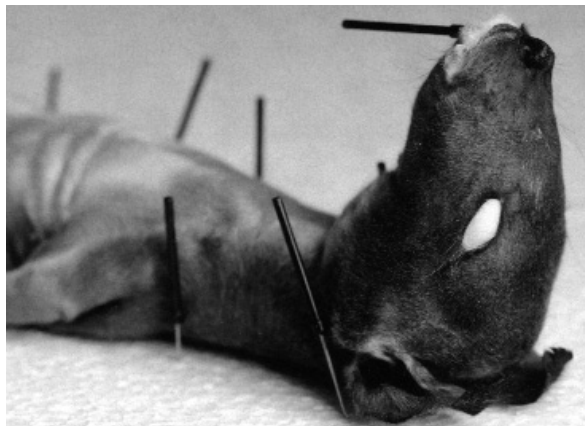
иные виды растений и животных изменились, если средняя температура, допустим, повысилась или количество осадков стало иным. Индикатором таких изменений и могут стать генетические и морфологические особенности экспонатов.

Например, немецкие генетики недавно исследовали хранящиеся в музеях экземпляры молочайного бражника, чтобы определить, как за несколь-

них (63%) со временем перебрались гораздо дальше на север.

Итак, глобальное потепление, словно зеленый глаз светофора, открывает всем путь на север? И этим всё ограничивается? Или происходящие изменения климата как-то отражаются на генетическом материале животных?

Самый очевидный ответ таков. В тех случаях, когда численность популяции резко сокращается из-за климатичес-



*Слева: это чучело детеныша кенгуру скоро пополнит одну из музейных коллекций  
Справа: теперь мясо, оставшееся на костях животных, отделяется от них химическим методом – с помощью растворителя*



ко десятилетий изменилась область его обитания. Чтобы перемены стали очевиднее, сравнивали образцы бражников, собранных в последние годы, с аналогичной коллекцией, составленной в Дрездене в 1930–1950-е годы.

В США подобную работу ранее выполнила биолог Камилла Пармезан. Она сравнила область распространения бабочки *Euphydryas editha* в 1990-е годы с образцами той же бабочки, хранившимися в различных музеях Америки и собранными несколько десятилетий назад. Как выяснилось, ее ареал за каких-то полвека заметно изменился. На юге, в Мексике, эти бабочки исчезли; граница их владений заметно сдвинулась на север, в умеренные широты. Впоследствии Пармезан таким же образом исследовала области обитания 35 видов европейских бабочек. Почти две трети из

ких изменений, это неминуемо ведет к генетическому оскудению вида – как бывает и всегда, когда тот или иной вид оказывается на грани вымирания.

Например, в Нидерландах именно из-за потепления численность мухоловки-пеструшки в некоторых районах сократилась на 90%. Причина в том, что в весенние месяцы в Нидерландах стало теперь теплее, чем несколько десятилетий назад. Пока мухоловки, перезимовав в тропической Африке, возвращаются в Нидерланды, их излюбленная пища – гусеницы большой дымчатой пяденицы и дубовой зеленой листовертки – успевают подрасти, превратиться из куколки во взрослую особь (имаго) и улететь. Пищи не хватает, птиц становится всё