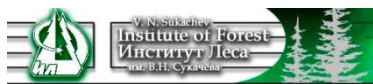




# Молекулярная генетика для оперативной видовой диагностики лесных насекомых и для изучения процессов их инвазий

Наталья КИРИЧЕНКО

к.б.н., с.н.с. ИЛ СО РАН



Французский национальный институт с/х исследований  
INRA, Орлеан, Франция

# Содержание

---



**(1) Насекомые: биоразнообразие, инвазии, воздействие на среду.**

**(2) Насекомые, минирующие листья древесных растений.**

**(3) ДНК-баркодинг: современный метод молекулярной идентификации и изучения биоразнообразия насекомых.**

**(4) Генетическая библиотека минирующих насекомых Сибири. Ревизия местной фауны и открытие новых видов.**

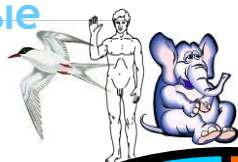


**(1) Насекомые: биоразнообразие, инвазии, воздействие на окружающую среду**

# Таксономическое разнообразие насекомых

> 60% всех организмов на планете

Позвоночные



Беспозвоночные

Многоножки,  
скорпионы,  
пауки и т.д.



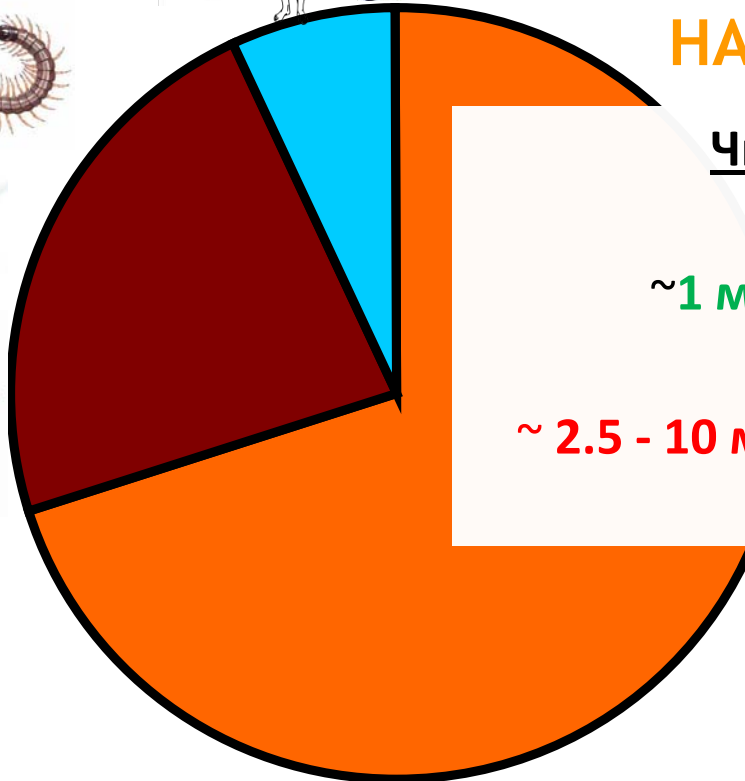
Беспозвоночные

**НАСЕКОМЫЕ**

Число видов:

~1 млн. изученных

~ 2.5 - 10 млн. еще не описано



# Инвазии насекомых: благоприятствующие факторы



Деятельность человека

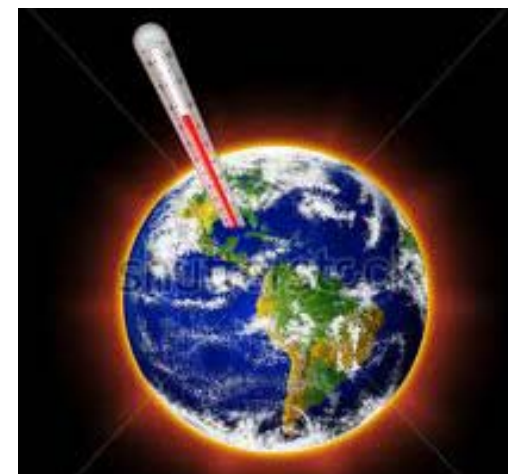


Рост международной торговли



Рост туризма

Интродукция,  
обоснование и  
акклиматизация  
**насекомых**

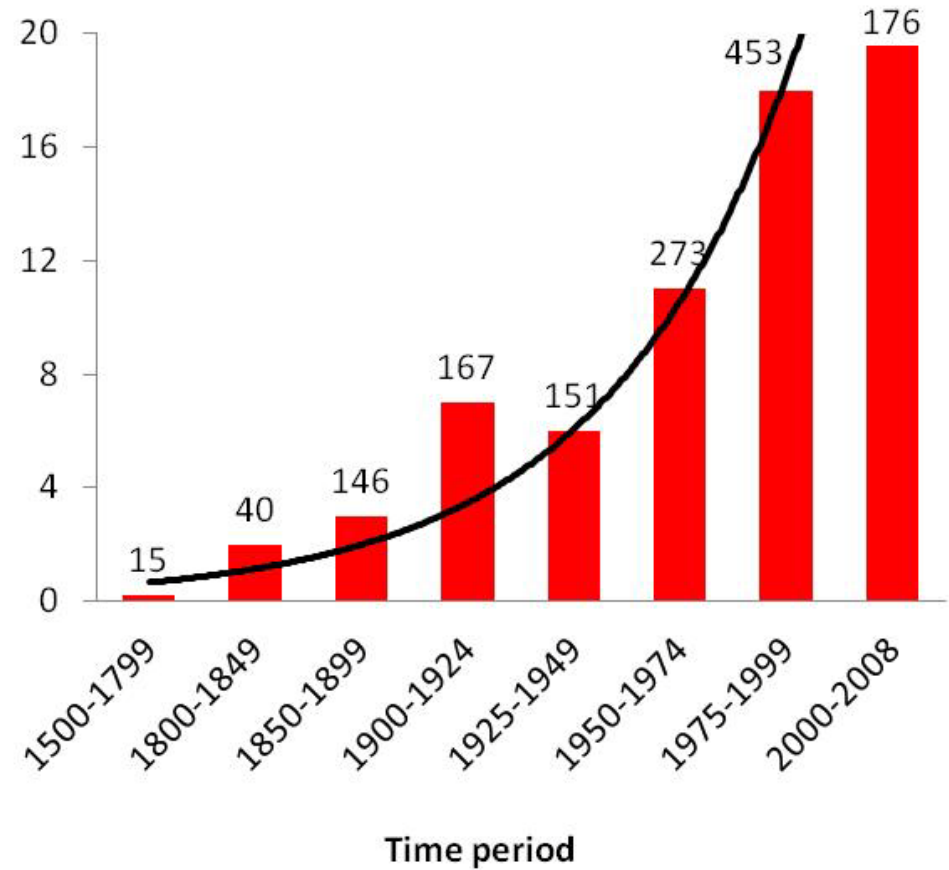


Изменение климата

# Инвазии насекомых в Европе: экспоненциальный рост



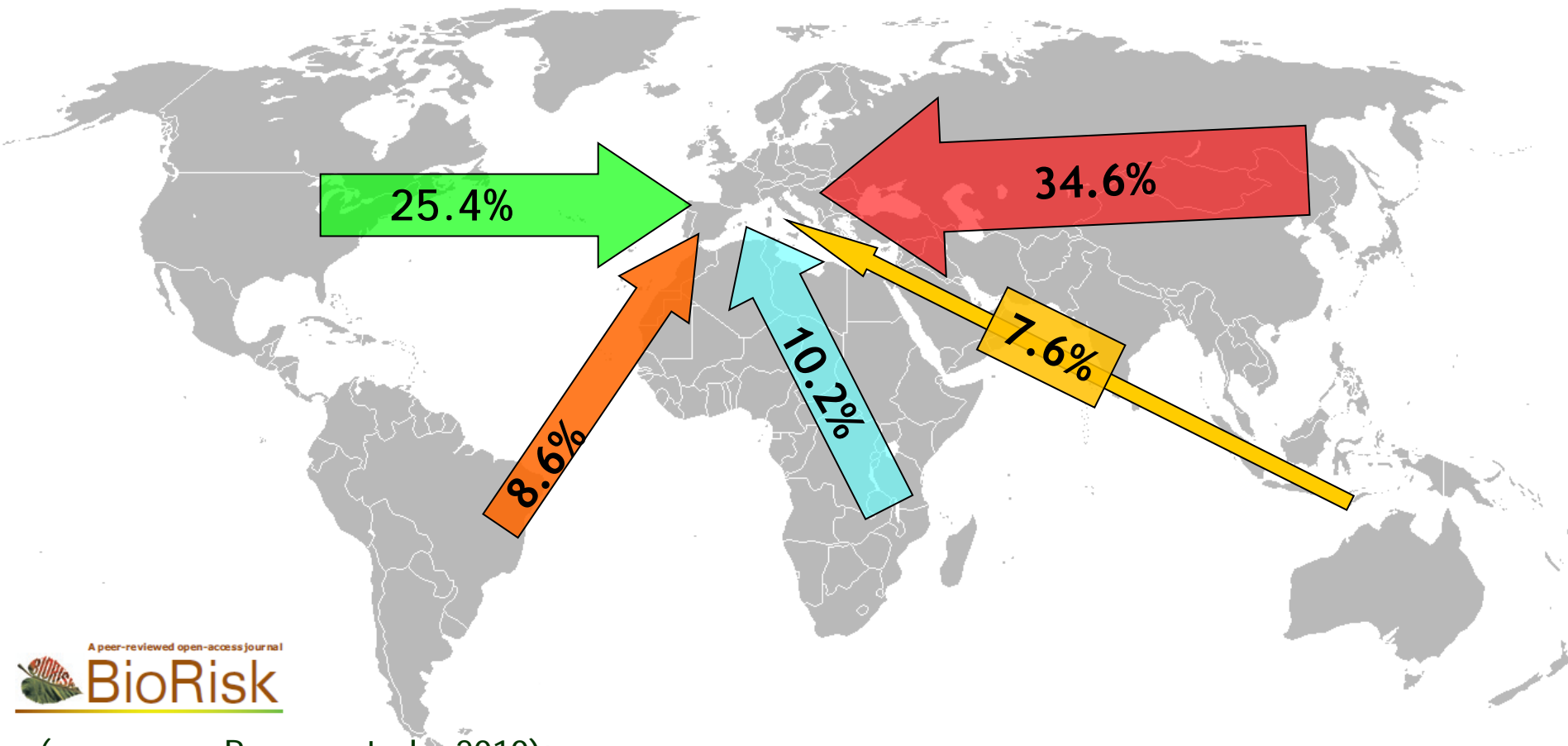
Число инвазивных видов насекомых, отмеченных за год на протяжении указанных периодов



(источник: Roques et al., 2010)

# Инвазийные насекомые в Европе: регионы происхождения

Asia is one of the main providers of insect pests for Europe





## **(2) Насекомые, минирующие листья древесных растений**



# Инвазийные минирующие насекомые



## Каштановая минирующая моль

*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986

**Происхождение:** Балканский п-ов

**Инвазия:** Европа, Европ. ч. России

**Кормовые растения:** конский каштан  
*Aesculus hippocastanum*

**Значение:** массовый вредитель в искусственных экосистемах



## Виноградная минирующая моль

*Antispila oinophylla* Van Nieuwerkerken & Wagner, 2012

**Происхождение:** США

**Инвазия:** Италия

**Кормовые растения:** виноград *Vitis* spp.

**Значение:** массовый с/х вредитель

# Инвазийные минирующие насекомые



## Цитрусовая минирующая моль

*Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856

**Происхождение:** Азия (Япония, Индия, Тайвань и т.д.)

**Инвазия:** всемирно, где выращивают цитрусовые

**Кормовые растения:** цитрус *Citrus* spp.

**Значение:** массовый с/х вредитель



## Липовая минирующая моль

*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)

**Происхождение:** Вост. Азия (Япония, Корея, РДВ)

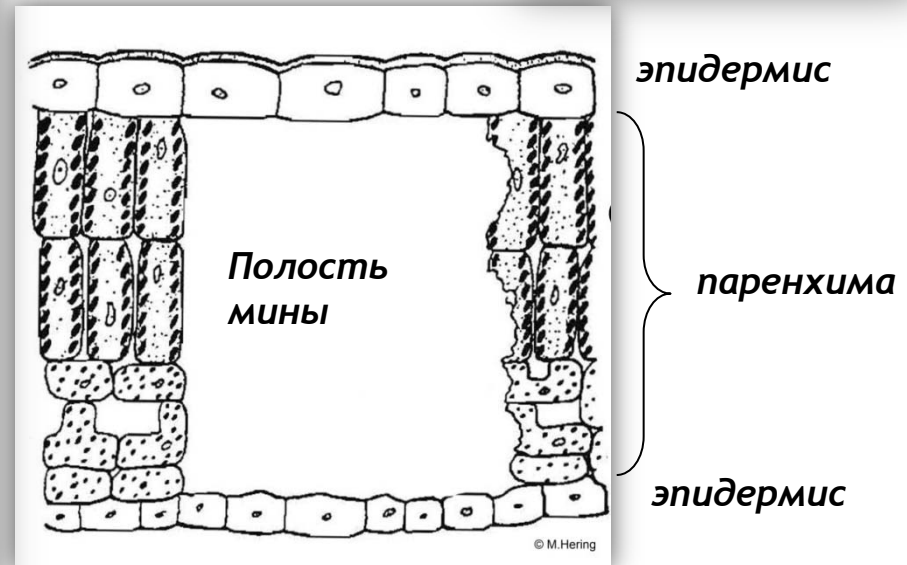
**Invasion:** Европа, Европ. ч. России, Сибирь

**Кормовые растения:** липа *Tilia* spp.

**Значение:** массовый вредитель в искусственных и природных экосистемах

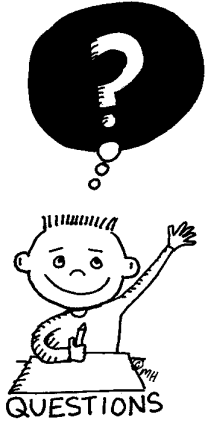
# Минирующие насекомые

- скрытоживущий образ жизни - живут в тканях листьев в полостях – **минах** (легко обнаруживаются)



Мина в поперечном разрезе

# Минирующие насекомые



## Какой интерес?

- не приводят древесные растения к гибели; массовые повреждения в искусственных и природных экосистемах, с/х вредители
- инвазии
- удобный объект для разных экологических задач:



- (1) изучение разных аспектов взаимоотношений в системе насекомое-растение
- (2) изучение механизмов биологических инвазий

# Минирующие насекомые

Богатое таксономическое разнообразие на древесных растениях



**Моли** Lepidoptera (37 семейств; > 170 родов)



**Мухи** Diptera (9 семейств; > 40 родов)



**Жуки** Coleoptera (5 семейств; > 30 родов)



**Пилильщики** Hymenoptera (2 семейств; > 15 родов)

- в Европе: 2500 видов минеров
- в Европе: повреждают > 1500 видов древесных и травянистых растений
- **плохо изученная группа насекомых в Сибири !**

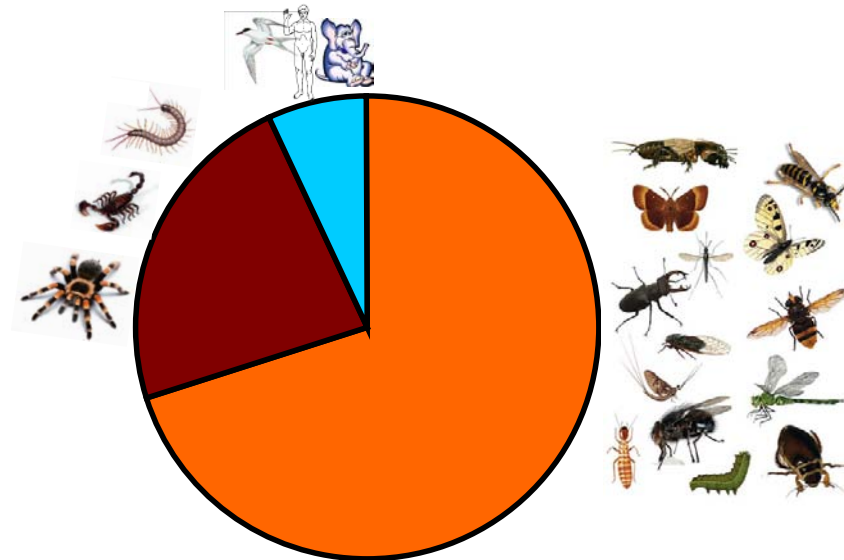


# Важность точной диагностики видов насекомых

Идентификация видов насекомых (инвайдеров) – непростая задача

## Причины:

- **высокое** таксономическое разнообразие насекомых;
- **дефицит** специалистов;
- **необходимость** имаго насекомых для точной морфологической диагностики;
- **проблематичность** или **невозможность** диагностирования насекомых по их личинкам и куколкам.



(**ВАЖНО:** чаще всего именно личинки и куколки обнаруживаются при карантинном досмотре на границе или в регионах, куда насекомое уже успело проникнуть и обосноваться).

# Важность точной диагностики видов насекомых

---

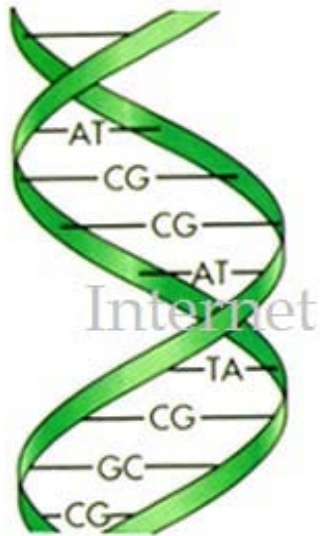
**Быстрая и точная идентификация насекомых-вредителей** – первоочередная задача, от решения которой зависит эффективность защиты растений и реализации соответствующих карантинных программ.



**(3) ДНК-баркодинг: современный метод  
молекулярной идентификации и изучения  
биоразнообразия насекомых**



# DNA



## ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) -

макромолекула, которая кодирует генетическую информацию, обеспечивающую хранению и передачу генетической программы развития и функционирования живых организмов.

**Нуклеотид** - структурная единица ДНК, в состав которого входят

- фосфорная к-та и сахар (дезоксирибоза)
- 4 азотистых основания: аденин (А), тимин (Т), гуанин (G) и цитозин (С)

# ДНК-баркодинг: ID для **всех** организмов Земли



В 2003 г, канадский ученый П. Хеберт (**P. Hebert**) опубликовал научную статью :  
о **новом методе каталогизации биоразнообразия на основе использования короткого стандартного фрагмента ДНК для идентификации организмов.**



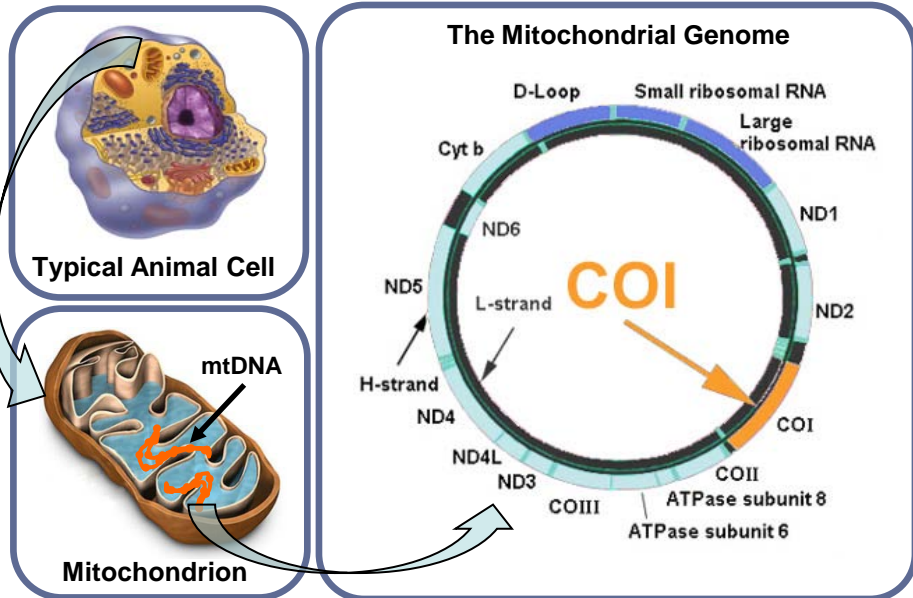
Метод назван **ДНК-баркодингом (или ДНК-штрихкодирование).**

**Аналог:** универсальный штрихкод товаров в супермаркете.

# ДНК-баркодинг

Короткий стандартный фрагмент ДНК (*ДНК-маркер*) для идентификации организмов

## An Internal ID System



© Internet credit

## ДНК маркер для животных

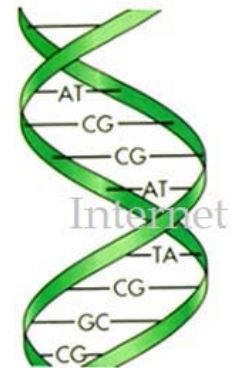
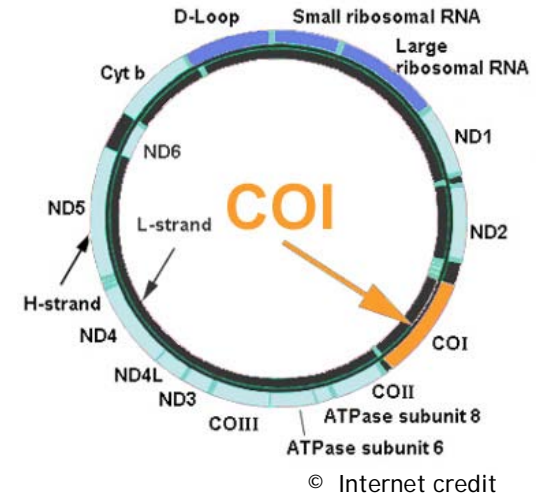
5'-фрагмент первой субъединицы митохондриального гена, кодирующего белок цитохром-С-оксидазу COI

- mutation rate is often fast enough to distinguish closely related species.

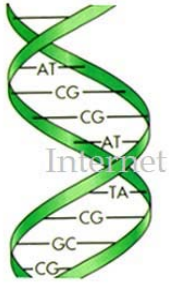
# ДНК-баркодинг

## Основные требования к ДНК-маркеру :

- 1) **небольшой** размер, mitDNA COI - 658 bp;
- 2) последовательность нуклеотидов в ДНК должна быть **одинаковой (близкой)** у особей **одного вида** и **достоверно различаться** у особей **разных** видов;
- 3) **количество полиморфных нуклеотидов** в последовательности для особей одного вида **не должно превышать порог** (обычно ~1%);
- 4) во избежание ошибок **последовательность нуклеотидов** читают в **обоих направлениях** (с обеих цепочек ДНК).



# ДНК-баркодинг: плюсы и минусы



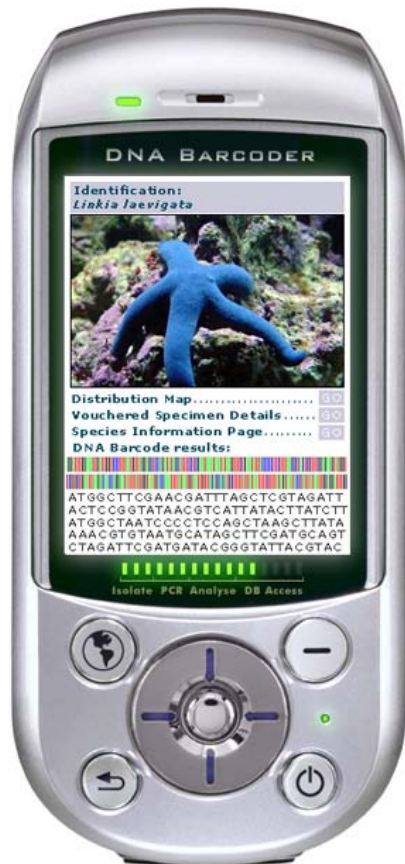
- полуавтоматический режим
- доступен в использовании
- высокая разрешающая способность
- применим к любой жизненной стадии организма



- все еще дорогое удовольствие...
- гибридизация
- псевдогены
- патологические мутации
- продолжающиеся процессы видообразования

# ДНК-баркодинг: ID для **всех** организмов Земли

- в 2004 г. был основан международный консорциум «Штрихкод жизни» («Consortium for the Barcode of Life, CBOL»)
- в 2005 г. к этому проекту присоединилась Россия



Мечта участников проекта «Штрихкод жизни»  
- миниатюрный ДНК-штрихкодер.

Существует пока только в воображении.

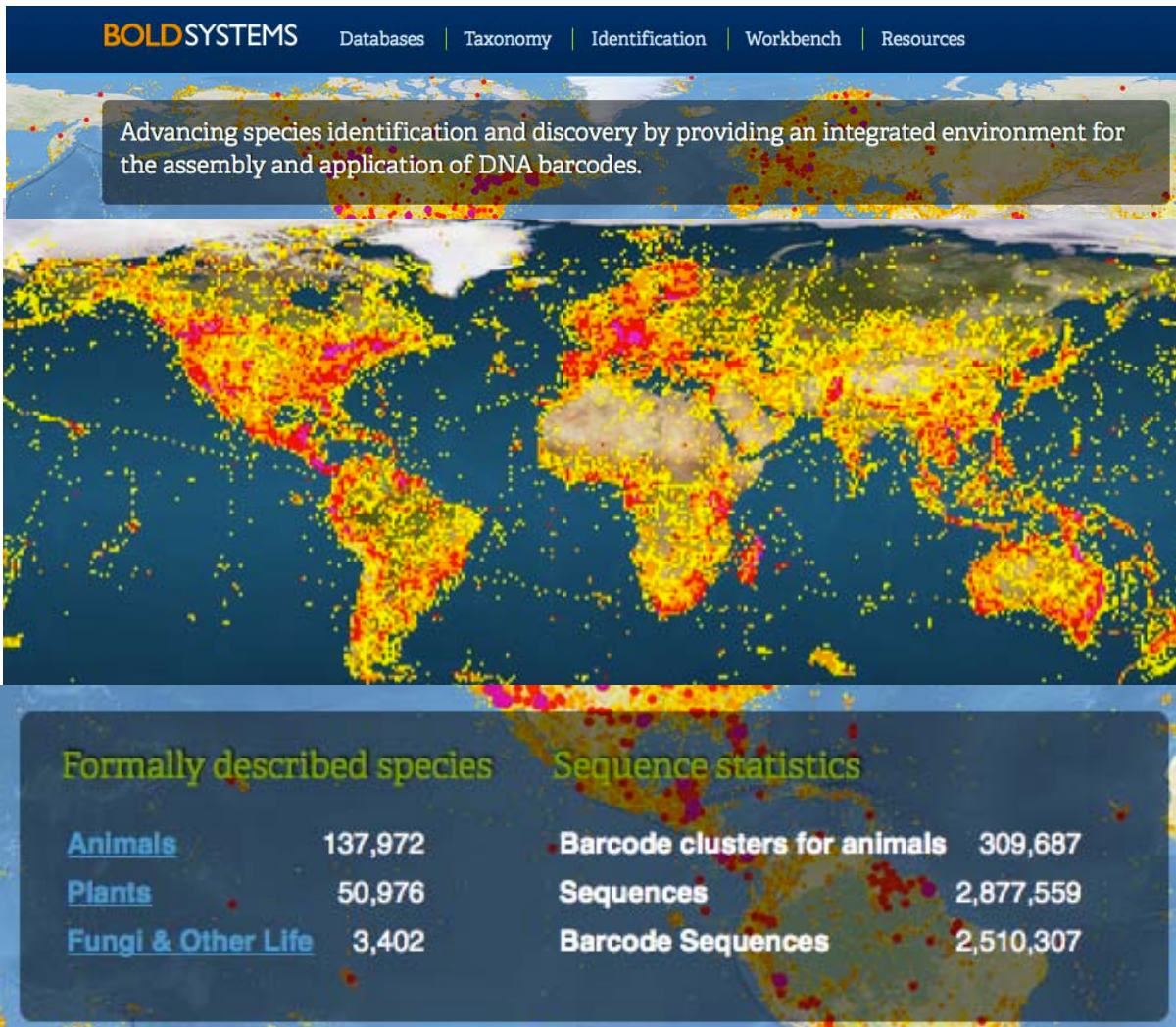
Рисунок с сайта <http://www.barcodeoflife.org>

# BOLD: Barcode Of Life Data systems

2.5 Million barcodes; **190,000** species

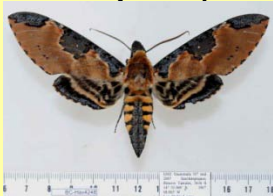
[www.boldsystems.org](http://www.boldsystems.org)

- A sequence database specifically devoted to DNA barcoding.
- Online platform for analyzing DNA sequences.

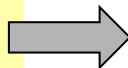


# Рабочий протокол

Образец



Данные о месте и времени сбора



Профайл образца в электронной базе BOLD

BOLDSYSTEMS Management & Analysis

Springidae - Hazaire collection 5 (SOWE)

Specimen Identifiers

Sample ID:	BC-Hax4248	Museum ID:	CPD 81
Isolate / Field Num:	BC-Hax4248	Collection Code:	
Donated By:		Deposited In:	Research collection of Jean Hazaire

Specimen Details

Identifier:	Jean J. Hazaire	Voucher Type:	
phylum:	Arthropoda	Tissue Type:	
class:	Insecta	Extra Info:	
order:	Lepidoptera	Sex:	M
family:	Springidae	Reproduction:	G
subfamily:	Springinae	Life Stage:	A
genus:	Manduca		
species:	Manduca octus		

Collection Data

Collectors: D. Harbón-Lauras  
 Date Collected: 01-May-2007  
 Country: Guatemala  
 State/Province: Suchitepequez  
 Region/County:  
 Sector:  
 Exact Site: Reserv Tarrates  
 Latitude: 14.533  
 Longitude: -91.147  
 Coord. Source:  
 Elevation/Depth: 1041

Фотосъемка образца



Отбор ткани для экстракции ДНК



ДНК экстракция



ПЦР



Секвенирование



BOLDSYSTEMS Management & Analysis

Managed Project (NO: 0000)

Specimen Identifiers

Barcode ID:	BC4118-08	Sample ID:	004456
Site:	0203	Barcode Consensus:	000000
Label Number:		Barcode Status:	

Sequencing Runs

Run Date	Run Site	Barcode	Track File	PCR platform	Seq. Platform
2008-09-22 21:58:51	University of Denver	Barcode	PCR_004456_001	LF3000	MP
2008-09-21 01:00:37	University of Denver	Barcode	PCR_004456_002	LF3000	MP

Multiple Sequence

Length: 1017  
 Comp. 0: 114  
 Comp. 0: 117  
 Comp. 1: 108  
 Comp. 2: 127  
 Comp. 3: 206  
 Comp. 4: 152

Multiple Sequence

Length: 261  
 Comp. 0: 127  
 Comp. 1: 134  
 Comp. 2: 134  
 Comp. 3: 134  
 Comp. 4: 134

Multiple Sequence

Length: 261  
 Comp. 0: 127  
 Comp. 1: 134  
 Comp. 2: 134  
 Comp. 3: 134  
 Comp. 4: 134





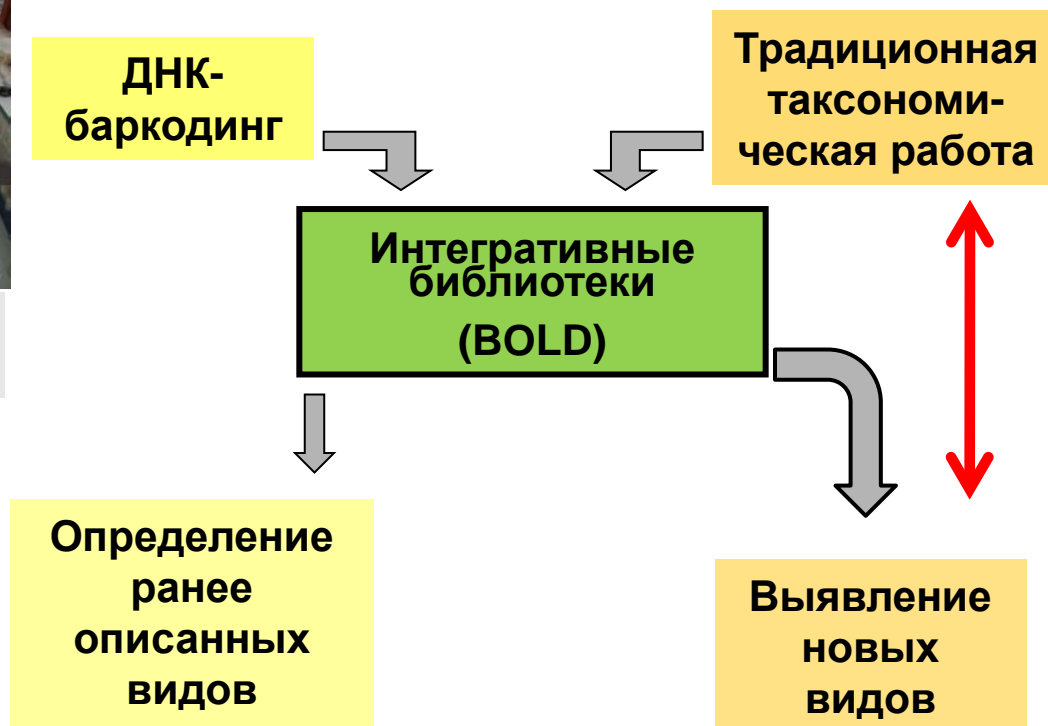
# Новая интегративная таксономия

Сочетает различные признаки организма:

- морфологические
- экологические
- молекулярно-генетические



ДНК  
экстракция



© Internet credit

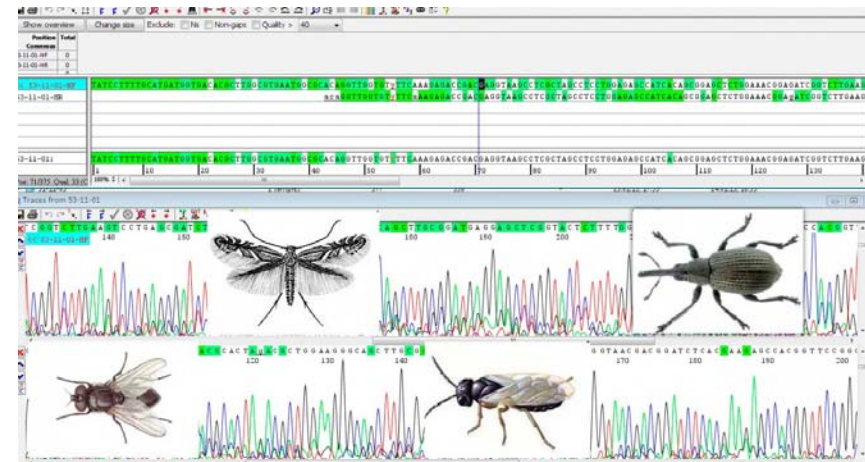


## **(4) Генетическая библиотека минирующих насекомых Сибири**

# Библиотеки ДНК-штрихкодов

## Преимущества

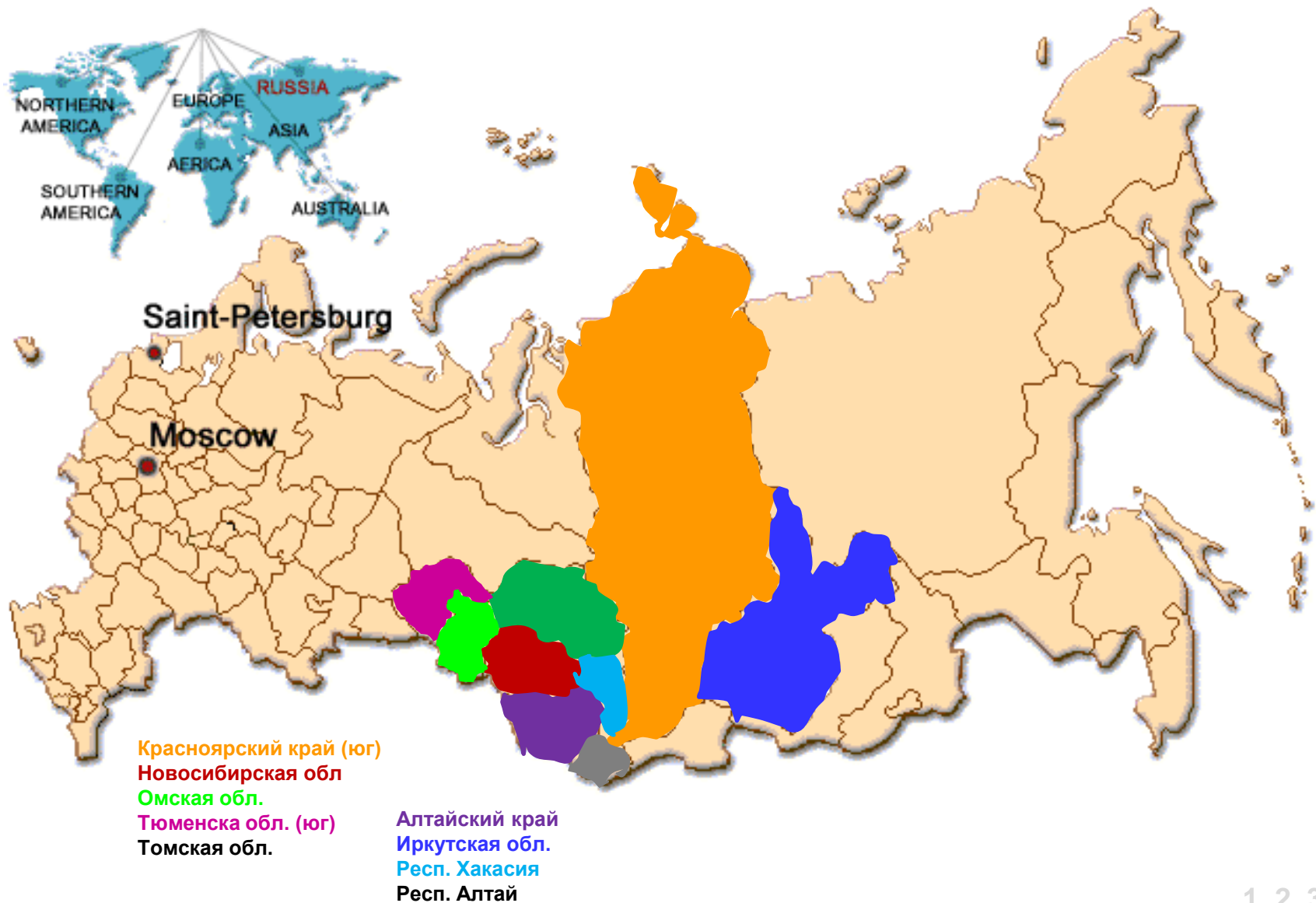
- значительно облегчают ревизию организмов
- способствуют выявлению инвазийных видов
- позволяют открывать новые для науки виды



**НО...**

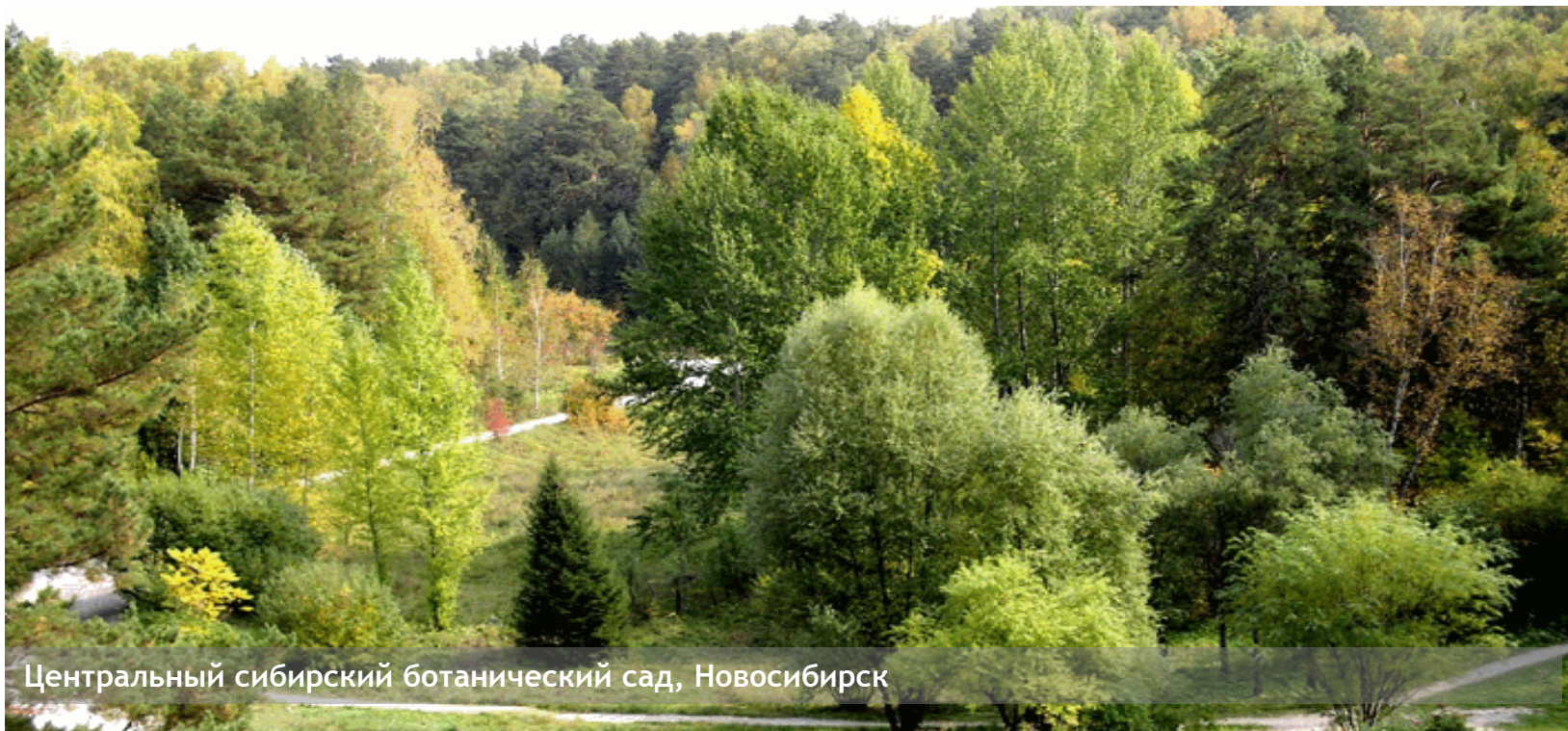
- не заменяют традиционный морфологический подход для определения организмов
- ДНК-баркодинг и традиционная таксономия - два инструмента, дополняющие друг друга и должны использоваться совместно

# СИБИРЬ: сборы минеров (2005-2014)



# Полигоны исследований: дендрарии и ботсады

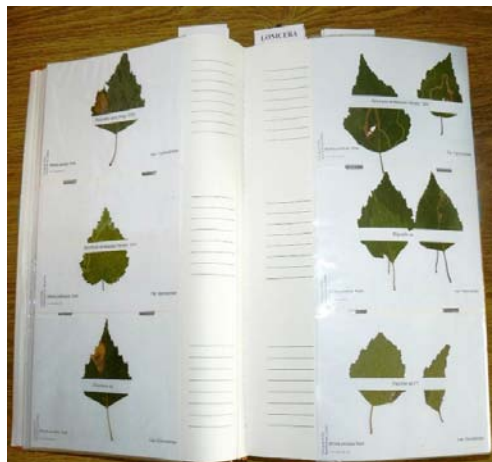
- Значительное число видов древесных растений из разных ботанико-флористических регионов;
- Интродуцированные и близкородственные местные растения в соседстве
  - занос новых вредителей
  - аккумуляция местной флоры на интродуцированных растениях



Центральный сибирский ботанический сад, Новосибирск

# Сборы минеров в Сибири

Аннотированный гербарный материал:  
позволяет установить связи насекомых  
с их кормовыми растениями в Сибири



Консервация личинок, куколок и  
взрослых насекомых в 96% для  
молекулярно-генетических  
анализов



- 9 томов: 7000 образцов листьев с минами и насекомыми
- > 90 древесных растений (местных и интродуцентов)

# Вэб-ресурс: минирующие насекомые Сибири

<http://leafminerssiberia.ru/>

Home News Intro Plants Miners Literature Contacts Site-map



Исследования выполнены в рамках проекта «Оценка инвазивного потенциала дендрофильной энтомофауны в Сибири», поддержанного **грантом Президента РФ** (МК-7049 2010-4).

Дополнительная поддержка:  
Программа Евросоюза FP7 (проект PRATIQUE)  
Грант Сибирского Отделения РАН (Лаврентьевский конкурс)

Дорогой посетитель!

Приветствуем Вас на главной странице сайта по минирующим насекомым на древесных растениях в Сибири!

В Сибири эта группа насекомых недостаточно изучена, несмотря на то, что минирующие насекомые (минеры) повреждают широкий спектр видов древесных растений и легко обнаруживаются по оставленным на листьях повреждениям (минам).

В основу создания сайта легли наши исследования, проводившиеся в дендрариях, ботанических садах, парках и пригородных лесах в Красноярском крае, Новосибирской, Томской и Иркутской области, а так же сведения из литературы. В энциклопедии приведены описания повреждений (мин), морфологические и фенологические характеристики минеров, указаны виды кормовых растений в местах распространения минеров, сведения о ареале и вредности насекомых. В большинстве случаев описания иллюстрированы оригинальным фотоматериалом. Подобных электронных ресурсов в России для минирующих насекомых ранее не существовало.

Прежде чем начать пользоваться ресурсом, предлагаем прочесть раздел «Введение». Здесь приведены основные сведения о минирующих насекомых и примеры характерных повреждений, нанесенных представителями разных отрядов. Внутри раздела «Растения» представлен список родов растений. Для каждого рода растения в алфавитном порядке приведен иллюстрированный список минирующих насекомых со ссылками на статьи по каждому представителю. Зная род растения, на котором обнаружена мина насекомого, по иллюстрациям и описаниям Вы сможете найти до искомого таксона минера. Если Вам известен таксон минера, Вы можете получить информацию о нем в разделе «Минеры», минуя раздел «Растения». Здесь в алфавитном порядке приведен полный список латинских названий насекомых со ссылками на соответствующие описания.

Многие насекомые, для которых приведены видовые названия, – обычные в Сибири. Их определение в елов по совокупности признаков: морфологии мин, личинок, куколок, и лишь в некоторых случаях – по взрослым насекомым. Ряд видов насекомых из наших сборов, особенно те, для которых мы не обнаружили литературных сведений об их распространении в Сибири, требуют таксономического подтверждения. Для них указаны только родовые названия, в качестве информации приведено описание близкородственных видов, обитающих в Европе.

Мы продолжаем работу над сайтом. Будем рады получить Ваши комментарии и советы.

Сайт рекомендована для широкого круга пользователей: исследователей, преподавателей, студентов и всех, кто интересуется энтомологией. Надеемся, что она окажется полезной для решения научных и образовательных задач.

Создатель сайта

Copyright © 2011-2012. Электронная энциклопедия «Минирующие насекомые на местных и интродуцированных древесных растениях в Сибири»  
Кириничко Наталья Ивановна, Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Академгородок 50/28, Красноярск.

Copyright © 2011, 2012. Хостинг: WEBDY ВЕБ ДИЗАЙН 002893

- **176** видов и морфо-видов минеров (многие требовали таксономического подтверждения)

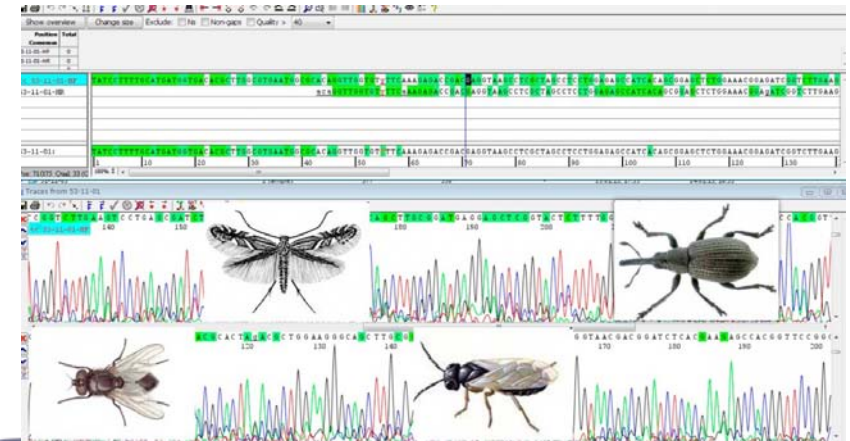
- **35** родов и **90** видов древесных растений, повреждаемых минерами в Сибири

**FIRST** electronic resource on leaf mining insects in Russia.

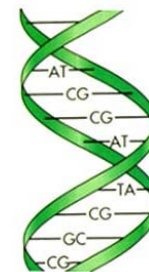




# Минеры Сибири: создание библиотеки ДНК-штрихкодов



# Минеры Сибири: создание библиотеки ДНК-штрихкодов



На сегодня ДНК-штрихкодировано > 400 образцов ,  
идентифицировано 54 вида и морфовида минирующих насекомых

The screenshot shows the BOLD Systems project console for the project 'Leafminers from northern Asia [SIBLE]'. The interface includes a search bar, navigation tabs (Databases, Taxonomy, Identification, Workbench, Resources), and a sidebar with project data views and options. The main content area is divided into several sections:

- Project Search:** A search bar with filters for Code, Tag, and Title, and a 'Records: Search' button.
- PROJECT DATA VIEWS:** Buttons for 'View All Records' and 'User Console'.
- PROJECT OPTIONS:** Links for 'List All Projects', 'Register Primers', and 'View All Primers'.
- PUBLICATION:** Links for 'Bibliography Submission', 'Project Summary - Specimens, Localities, and GenBank'.
- UPLOADS:** Links for 'Specimen Data', 'Specimen Images', 'Sequences', and 'Trace Files'.
- DOWNLOADS:** Links for 'Sequences', 'Data Spreadsheets', 'Specimen Labels', and 'Trace Files'.
- SEQUENCE ANALYSIS:** A section at the bottom of the sidebar.
- Progress:** A table showing specimen and species completion rates.

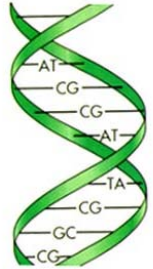
	Specimens (% complete)	Species (% complete)
COI-5P	30 / 35 (85.7%)	20 / 25 (80%)
- Data Summary:** A section showing the number of BINs (25) and countries (Russia(35)), along with a 'Taxonomy Breakdown' pie chart.

Order	Count	Percentage
Coleoptera (order)	11	31.4%
Hymenoptera (order)	11	31.4%
Diptera (order)	9	25.7%
Lepidoptera (order)	4	11.4%
- Project Details:** A section providing information about the project, including the title, code, description, campaign, marker(s), and bounding box coordinates.

Title: Leafminers from northern Asia  
Code: SIBLE  
Description: Barcodes of leafmining-insects attacking alien and native woody plants in northern Asia  
Campaign: General Projects  
Marker(s): COI-5P  
Bounding Box Coordinates: Upper Left: N/A, Lower Right: N/A
- Most Recent Activities:** A table showing the most recent activities, including timestamp, who performed the action, and the action itself.

Timestamp	Who	Action
Feb-24, 2015 15:00	BOLD Data Manager	Filtered-Update (1)
Feb-17, 2015 14:37	Carlos Lopez-Vaamonde	Move-Records (1)
Jan-21, 2015 12:30	Carlos Lopez-Vaamonde	Move-Records (1)
Aug-27, 2014 09:32	Carlos Lopez-Vaamonde	Move-Records (35)
Aug-27, 2014 09:28	Carlos Lopez-Vaamonde	New-Project

# Минеры Сибири: создание библиотеки ДНК-штрихкодов



**BOLDSYSTEMS**

Specimen - Leafminers from northern Asia [SIBLE] [Print](#)

[Edit Specimen](#)

**IDENTIFIERS**

Sample ID: NK243  
Process ID: ISSK107-14  
Institution Storing: Institut National de la Recherche Agronomique, Zoologie Forestiere  
Field ID: Kr-42-11  
Museum ID:  
Collection Code:

**TAXONOMY**

Identification: *Metalus albipes*  
Rank: Species  
Identifier: [Natalia Kirichenko](#)  
Identification Method:  
Identifier Institution: Sukachev Institute of Forest Siberian Branch of Russian Academy of Sciences  
Identifier Email: [nkirichenko@yahoo.com](mailto:nkirichenko@yahoo.com)  
Taxonomy Note:  
Rank: Current Record (NK243) Others in BIN (BOLD:AAZ6157)  
Phylum: [Arthropoda](#) [4]  
Class: [Insecta](#) [4]  
Order: [Hymenoptera](#) [4]  
Family: [Tenthredinidae](#) [4]  
Subfamily: [Heterarthrinae](#) [4]  
Genus: [Metalus](#) [4]  
Species: [Metalus albipes](#) [Metalus capitals](#) [4]

**PHOTOGRAPHS**

License: Copyright (2014)  
License Holder: Natalia Kirichenko, Sukachev Institute of Forest  
[Add Tags & Comments](#) Comments: 0 Assoc

**Dorsal** **Upper side** **Ventral**

**GEOGRAPHY**

Country: Russia  
Province/State:  
Region/County: Krasnoyarskiy kray

**BOLDSYSTEMS**

Sequence - Leafminers from northern Asia [SIBLE] [Print](#)

**IDENTIFIERS**

Sample ID: NK243  
Process ID: ISSK107-14  
Identification: *Metalus albipes*  
BIN: [BOLD:AAZ6157](#)

**COI-SP**

**SEQUENCE DATA**

Genbank Accession:  
Translation Matrix: Invertebrate Mitochondrial  
Last Updated: 2014-05-26  
[Clear Sequence](#) [Edit Sequence](#)

**ILLUSTRATIVE BARCODE**

**NUCLEOTIDE SEQUENCE**

Sequence: 658 bp

```
TACITTTATATTTTTATTTTGGTATATGATCAGGTACTAGGATTATCAITTAGAATAAT  
AATTGGAACAGAAATTAAGAAATACCAGGATCTTTAATGGGGATGATCAAATTTATAATTT  
AATTGTAACATCTCATGCTTTTCTTATAATTTTTTTATAGTATACCAAGTATAATTTGG  
TGGTTTTGGAAATTTAGCTAATTCGATATATATAGGACCCCGGATATAGCTTTCTCTGG  
ATTAATAATATAAGATTTTGATTTCTCCACCATCAATTAATTTTTAATTTTAGAAG  
ATTAGTAATTCAGGAACAGGAAGCTGGATGAAGTITACCACCTCTTTCGAATAGAAAT  
CTCTCAGCCGGAAATCTCTTATTTACACTTTTTTTTTCTTTACTTTAGCTGGAAATTC  
ATCAATTTGGGAGCTATTAATTTTATTTCTACAGTAATTAATATACGAATTAAGGAAT  
AAGATTTGAACAAATACCTCTTTTATTTGAGCAGTACCCITTAACGGCTTTACTTTTACT  
TCTTTCTGCTCCCTTTTACGAGGTGCAATTTACCAATTTTTTACAGATAGAAATTAAT  
TACATCATTTTTTGACCCGAGAGGTGGAGGAGACCTATTTTATATCAACATCTATTT
```

**SEQUENCING RUNS: Biodiversity Institute of Ontario**

Run Date	Direction	Trace File	Seq Primer	Quality
2014-05-22	Reverse	ISSK107-14(C_LepFolF_C_LepFolR)_L.ab1	C_LepFolF	high
2014-05-22	Forward	ISSK107-14(C_LepFolF_C_LepFolR)_F.ab1	C_LepFolF	high

[Sequence Editor](#) [View Trace Files](#) [Download](#)

**ANNOTATION**

Composition: A (207), G (91), C (95), T (265)  
Ambiguous Characters: 0  
Identify Sequence Using:

# Генетика + морфология & экология

## Библиотеки ДНК-штрихкодов

The screenshot shows the BOLD Systems Project Console for the project 'Leafminers from northern Asia'. The interface includes a search bar, navigation tabs (Databases, Taxonomy, Identification, Workbench, Resources), and a 'Project Search' section. The main content area is divided into several panels:

- Program:** Shows progress for COI-SP with 30/35 specimens (85.7%) and 20/25 species (80%) complete.
- Data Summary:** Includes a pie chart showing the taxonomic breakdown: Coleoptera (31.4%), Hymenoptera (31.4%), Diptera (25.7%), and Lepidoptera (11.4%).
- Project Details:** Lists the title, code (SIBLE), description, campaign (General Projects), marker (COI-SP), and bounding box coordinates.
- Most Recent Activities:** A table listing recent updates, such as 'DF Merge-Update (1)' on Feb-24, 2015, and 'New-Project' on Aug-27, 2014.

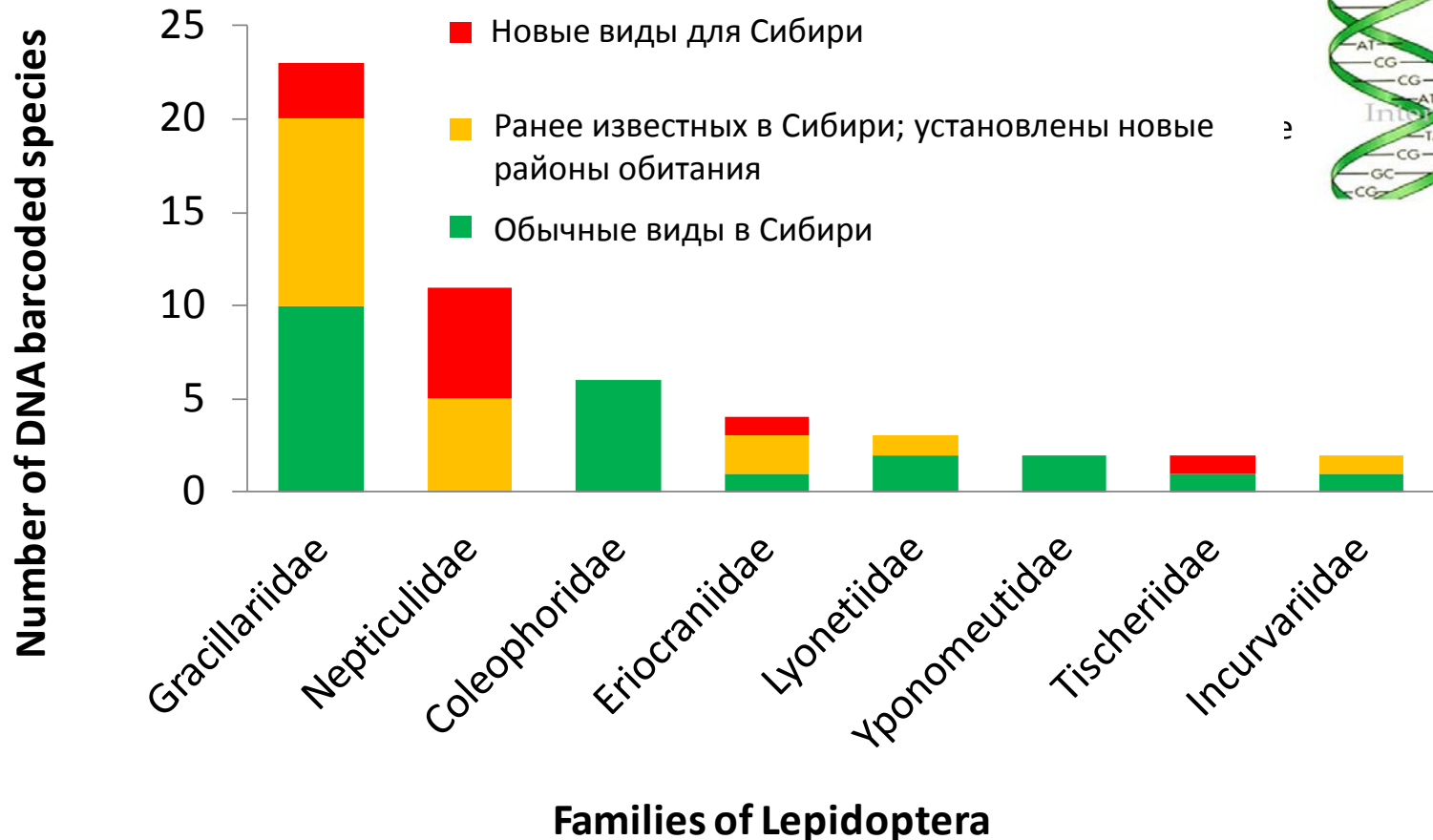
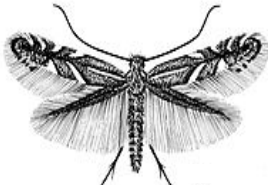
## Вэб-ресурс: минирующие насекомые Сибири

The screenshot shows the website 'Минирующие насекомые Сибири' (Mining Insects of Siberia). The website features a navigation menu with links to 'ГЛАВНАЯ', 'НОВОСТИ', 'ВВЕДЕНИЕ', 'РАСТЕНИЯ', 'МИНЕРЫ', 'ЛИТЕРАТУРА', 'КОНТАКТЫ', and 'КАРТА САЙТА'. The main content area includes a header with the title and a search bar, followed by a large image of a leaf with a mine. Below the image, there is text describing the project, including the title 'Исследования выполнены в рамках проекта «Оценка инвазивного потенциала бентобиоты автомобильной в Сибири», поддержанного грантом Президента РФ №К-7049.2010-4)'. The website also features a section for 'Минирующие насекомые Сибири' with a list of species and a search bar. The footer contains copyright information for 2011-2012, mentioning the 'Электронная энциклопедия «Минирующие насекомые на местных и интродуцированных древесных растениях в Сибири»' and the authors: Кириченко Наталья Ивановна, Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Академгородок 50/28, Красноярск.

Подобная интеграция способствует:

- быстрой и надежной диагностике;
- отслеживанию инвазивных видов.

# Discovery of new species: first records in Siberia



# Discovery of **new** species to science

A **new micromoth** species attacking Siberian peashrub *Caragana arborescens* in Siberia.



*Micrurapteryx gradatella* Herrich-Schäffer, 1855

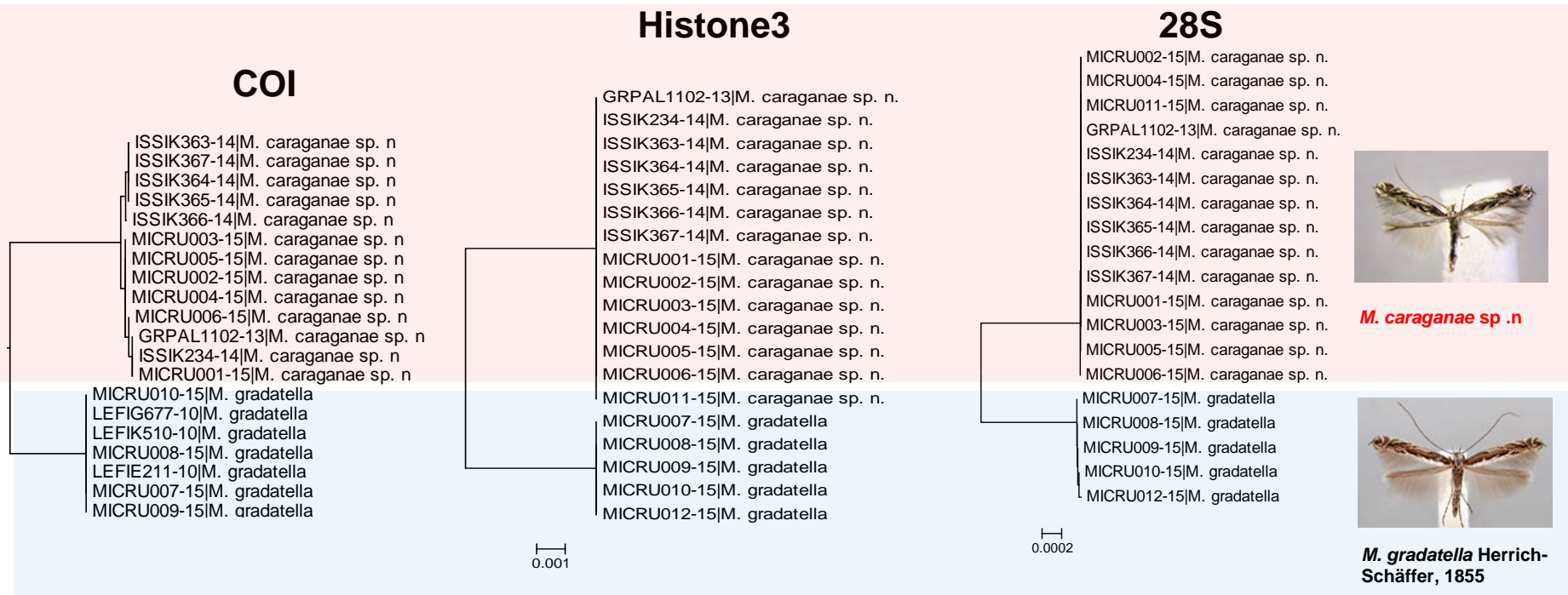


*Micrurapteryx* sp. n.



© NK

# Discovery of **new** species to science



№ of mutations: **56**  
 % interspecific distance: **9,75**

**3**  
**0,92**

**2**  
**0,20**

Zookeys, 2015: Systematics and biology of *Micrurapteryx* (Lep., Gracillariidae) with description of a new species

# ВЫВОДЫ

---

- **Кампания по ДНК-штрихкодированию** насекомых, минирующих древесные растения в Сибири, в значительной степени пополнила знания о фауне этой плохо изученной группы насекомых в Северной Азии.
- Создание **библиотек ДНК-штрихкодов** позволит оперативно и точно диагностировать насекомых по их преимагинальным стадиям, проводить ревизии местной фауны, выявлять новые и инвазийные виды. Интеграция генетических, морфологических и экологических данных будет упрощать решение этих задач.
- **Молекулярно-генетический скрининг** минеров Сибири позволил выявить новые для науки виды насекомых и уточнить регионы распространения ранее известных видов.



# Благодарности



Французский национальный фонд



PRATIQUE

EU программа FP6



ISEFOR

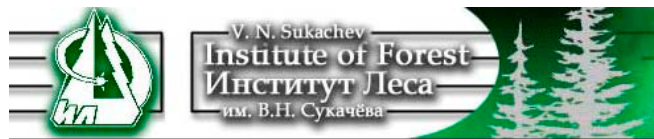
EU программа FP7



Грант Президента РФ



№ гранта 15-29-02645 офи\_м



# Благодарности



A **leading centre** in ecology & genetics  
of forest insect pests **in Europe.**



# Спасибо за Ваше внимание!

