

КАРТИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ ФАУНЫ БЕЛАРУСИ СРЕДСТВАМИ RSTUDIO

О. В. Синчук, С. В. Буга

*Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь
e-mail: aleh.sinchuk@gmail.com*

Важным аспектом исследования чужеродных для фауны Беларуси видов является установление их географического распространения организмов в целях мониторинга окружающей среды и исследования их экологии. Одним из эффективных способов картирования регистраций инвазивных видов является использование R и RStudio.

Ключевые слова: инвазивные виды; RStudio; географическое распространение; *Nematus tibialis*; белоакациевый голенастый пилильщик.

MAPPING OF THE SPREAD OF INVASIVE ANIMAL SPECIES IN BELARUS USING RSTUDIO

A. V. Sinchuk, S. V. Buga

*Belarusian State University
Minsk, Belarus*

Assessment of the geographical spread of the alien for Belarus fauna species is an important aspect of environmental monitoring and ecological research. Mapping of the spread of invasive animal species in Belarus using RStudio is described in the article.

Keywords: invasive species; RStudio; geographical distribution; *Nematus tibialis*; locust sawfly.

Глобализация хозяйственной деятельности и соответствующая интенсификация трансграничных транспортных потоков содействуют проникновению на территорию Европы чужеродных для ее фауны видов беспозвоночных животных [1]. Биологические инвазии в настоящее время приобрели статус глобальной экологической проблемы, имеющей выраженный экономический и социальный аспект [2]. В частности, инвайдера являются экономически значимыми вредителями сельскохозяйственных культур – в Беларуси это, например, колорадский картофельный жук (*Leptinotarsa decemlineata*). Многие выступают в качестве опасных вредителей декоративных растений, снижающих эстетическую и рекреационную ценность зеленых насаждений [3].

Одной из важнейших задач при разработке мероприятий по минимизации последствий биологических инвазий является мониторинг географического

странения чужеродных видов на территории страны. При обработке больших массивов данных регистраций инвазивных видов достаточно трудоемкой задачей стала осуществление нанесения полученных точек на карту. Решена она может быть средствами R и RStudio. В мире данное свободное программное обеспечение является широко используемым специалистами в области математической статистики и форматки, оно позволяет решать огромное количество различных задач, связанных с анализом и визуализацией данных. Апробация возможностей RStudio в построении карт распространения инвазивных видов насекомых-фитофагов на территории Беларуси и явилась основной целью данной работы.

В качестве первичных данных были использованы регистрации в 2011–2016 г. вредителя робинии обыкновенной, или белой акации, – белоакациевого голенастого пилильщика (*Nematus tibialis*), расширяющего свое распространение на территории регионов Беларуси [4]. Обследования зеленых насаждений осуществлялись в том числе в рамках выполнения научно-исследовательских проектов по грантам БРФФИ (Б16М-073) и БГУ.

Одним из самых простых способов отображения информации по географическому распространению (регистрациям) является использование возможностей лидера среди современных картографических систем – карт Google. Система содержит детализированные спутниковые изображения для обширных регионов любых стран и предоставляет интерактивный онлайн-доступ к картам. К данной системе разработан целый ряд сервисов, которые имеют реализации для R. Детально использование R в данных целях рассмотрено в руководстве С. Э. Мастицкого и В. К. Шитикова [5]. Одним из вариантов является применение пакета GoogleVis, который содержит сервисы Google Visualization API. Рассмотрим его использование на примере нескольких точек регистрации объекта (табл. 1).

Таблица 1

Построение карты регистраций на территории Беларуси белоакациевого голенастого пилильщика (*Nematus tibialis*) с использованием сервиса R GoogleVis

```
> library (googleVis) # открытие пакета анализа
> data.frame (Coords = c("53.693020:32.263003","52.441667:30.983333","53.916667:27.55"),
Location=c("д. Милославичи", "г. Гомель", "г. Могилев")) ->Nematus # внесение данных по
обнаружению Nematus tibialis
> Nematus # отображение данных
> Picture <- gvisMap (Nematus,"Coords", "Location", options = list (showTip = TRUE, mapType
= 'normal', enableScrollWheel = TRUE), chartid ="Nematus") # построение карты
> plot(Picture)# отображение карты
```

Однако при наличии значительно бóльшего количества регистраций затруднительно вводить весь массив данных вручную. Кроме того, карты Google мало используются в научных публикациях. Поэтому нами предложено обратиться к использованию пакетов mapproj, maps, которые позволяют картировать точки регистраций биологических объектов на основе импортируемых данных.

Как правило, данные регистраций зоологических объектов для хранения на тронных носителях организованы в электронные таблицы. Для импорта данных необходимо произвести сохранение их в файл формата .csv. в Microsoft Office Excel или LibreOffice Calc, что не составляет труда сделать, осуществив выбор соответствующей опции при реализации операции Save as. Подготовка данных включает выполнение

ряда условий, которые необходимо соблюсти при использовании и импортируемых данных:

- в импортируемой таблице с данными не должно быть пустых ячеек. Если некоторые значения по тем или иным причинам отсутствуют, вместо них следует ввести NA;
- в структуре данных обязательно должны присутствовать широта (lat), долгота (lon) и нумерация (number) объектов в отдельных колонках (рис. 1).

| date | plant | check in | address | lat | lon | number |
|------------|-----------------------------|----------|-----------------------------------|-----------|-----------|--------|
| 17.07.2013 | <i>Robinia pseudoacacia</i> | Yes | ар. Милославичи | 53.693020 | 32.263003 | 1 |
| 19.07.2013 | <i>Robinia pseudoacacia</i> | Yes | г. Костюковичи | 53.37735 | 32.05852 | 2 |
| 19.07.2013 | <i>Robinia pseudoacacia</i> | Yes | ар. Селецкое | 53.18982 | 32.26434 | 3 |
| 04.07.2012 | <i>Robinia pseudoacacia</i> | Yes | д. Новая Стража (Слонимский р-н.) | 53.060928 | 25.462109 | 4 |
| 04.07.2012 | <i>Robinia pseudoacacia</i> | Yes | д. Соколово (Слонимский р-н.) | 53.048705 | 25.202036 | 5 |
| 06.07.2012 | <i>Robinia pseudoacacia</i> | Yes | гп. Большая Берестовица | 53.198818 | 24.012322 | 6 |
| 07.07.2012 | <i>Robinia pseudoacacia</i> | Yes | д. Пичуки | 52.965756 | 24.823392 | 7 |

Рис. 1. Пример структурирования данных для последующего использования при построении карт распространения инвазивных видов

Перед открытием файла с данными сначала командой `setwd()` нужно указать, с какой папкой (рабочей директорией, *work directory*) предстоит работать, посмотреть название (`getwd()`) текущей папки и ее содержимое (`dir()`) [6]. Далее в RStudio прописываем команды для импорта таблицы в рабочую директорию программы (табл. 2).

Таблица 2

Импорт данных, сохраненных в файл формата .csv, в R и RStudio

```
> tab<- read.csv(file = "Nematus tibialis.csv", header = TRUE, sep = ";", dec = ".") # чтение импортируемых данных с указанием особенностей синтаксиса в исходном файле
> attach(tab) # прикрепим таблицу к поисковому пути R
> tab # отображение импортированных данных
```

После проведения импорта данных они готовы к использованию. Для дальнейшей работы необходимо открыть пакеты `mapproj`, `maps`, которые при их отсутствии нужно загрузить (табл. 3).

Таблица 3

Построение карты регистраций на территории Беларуси белоакациевого голенастого пилильщика (*Nematus tibialis*) с использованием пакетов R `mapproj`, `maps`

```
> library("mapproj", lib.loc=~R/win-library/3.2) # чтение пакета mapproj
> library("maps", lib.loc=~R/win-library/3.2) # чтение пакета maps
> maps <- map(database = "world", regions = "Belarus") # открытие контурной карты Беларуси
> lat<- tab$lat # привязка широты к импортированным данным
> lon<- tab$lon # привязка долготы к импортированным данным
> coord<- mapproject(lon, lat) # координаты
> points(coord, pch=16, cex=1.2, col="black") # характеристики маркера для нанесения точки регистрации
> text(coord, labels= tab$number, family = "serif", pos = 3, offset = 0.6, cex = 0.6) # номер точки регистрации
```

После этого следует открыть контурную карту Беларуси, на которую будут нанесены точки регистраций *N. tibialis*. Далее необходимо закрепить области, соответствующие широте и долготы точек регистраций объектов (табл. 3), указать, какой мар-

кер будет использоваться для отображения точки регистрации, и номер регистрации, который в нашем случае располагается в колонке number. После некоторого ряда манипуляций можно добиться хороших результатов по отображению географических точек регистраций объекта (рис. 2).

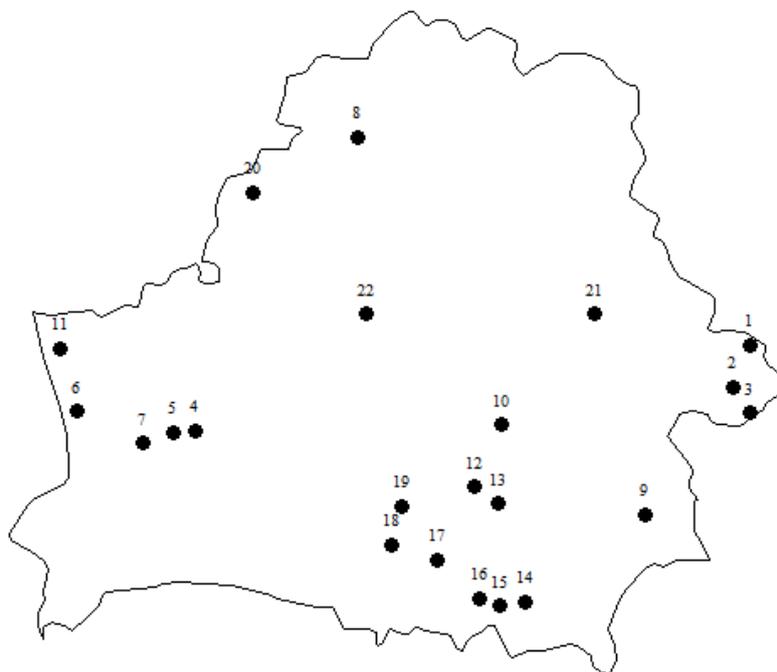


Рис. 2. Карта распространения на территории Беларуси белоакациевого голенастого пилильщика (*Nematus tibialis*), полученная с использованием RStudio

Таким образом, использование свободного программного обеспечения RStudio позволяет оперативно получать карты распространения инвазивных видов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Roques A. Taxonomy, time and geographic patterns // *BioRisk*. 2010. № 4. P. 11–26.
2. Семенченко В. П., Пугачевский А. В. Проблема чужеродных видов в фауне и флоре Беларуси // *Наука и инновации*. 2006. № 10. С. 15–20.
3. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / сост. А. В. Алехнович [и др.]; под общ. ред. В. П. Семенченко. Минск : Беларус. навука, 2016.
4. Сауткин Ф. В., Синчук О. В. Современное распространение белоакациевого голенастого пилильщика (*Nematus tibialis* Newman, 1837) на территории Беларуси // XVII республик. науч.-прак. конф. молодых ученых: сб. материалов, Брест, 15 мая 2015 г., БрГУ им. А. С. Пушкина / под общ. ред. А. Е. Будько. Брест : БрГУ, 2015. Ч. 1. С. 129–131.
5. Мастицкий С. Э., Шитиков В. К. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. М. : ДМК Пресс, 2015. С. 371–374.
6. Синчук О. В., Колбас А. П., Волосюк С. Н. Практические занятия по биометрии: метод. указания для студентов научн.-пед. специальностей: в 2 ч. ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. Брест : БрГУ, 2015. Ч. 1. С. 9–10.