



## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

III Национальная научная конференция с международным участием, посвященная  
100-летию со дня рождения академика РАН  
Павла Леонидовича Горчаковского  
Екатеринбург, 5–10 октября 2020 г.

**Построение моделей пространственного распределения и экологических ниш  
партеногенетических и родительских видов рода *Darevskia* на основе  
многолетних данных учета и климатических, топографических и ландшафтных  
предикторов**

**Петросян В. Г., Осипов Ф.А., Бобров В.В., Дергунова Н.Н.,  
Омельченко А.В., Даниелян Ф.Д., Аракелян М.С.**

**<sup>1</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН**

**<sup>2</sup>Ереванский Государственный университет, Армения**

## Article

## Species Distribution Models and Niche Partitioning among Unisexual *Darevskia dahli* and Its Parental Bisexual (*D. portschinskii*, *D. mixta*) Rock Lizards in the Caucasus

Varos Petrosyan<sup>1,\*</sup>, Fedor Osipov<sup>1</sup>, Vladimir Bobrov<sup>1</sup>, Natalia Dergunova<sup>1</sup>, Andrey Omelchenko<sup>1</sup>, Alexander Varshavskiy<sup>1</sup>, Felix Danielyan<sup>2</sup> and Marine Arakelyan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow 119071, Russia; osipov\_fedor@mail.ru (F.O.); vladimir\_bobrov@gmail.com (V.B.); nndergunova@gmail.com (N.D.); omi@bk.ru (A.O.); angmar1@andex.ru (A.V.)

<sup>2</sup> Department of Biology, Yerevan State University, Yerevan 0025, Armenia; fel1938@mail.ru (F.D.); arakelyanmarine@gmail.com (M.A.)



**Check List** the journal of  
biodiversity data

PENSOFT

New records of *Darevskia armeniaca* (Méhely, 1909) and *Darevskia valentini* (Boettger, 1892) (Squamata, Sauria, Lacertidae) from Armenia and updated geographic distribution maps

Varos G. Petrosyan,<sup>1</sup> Fedor A. Osipov,<sup>1</sup> Vladimir V. Bobrov,<sup>1</sup> Natalia N. Dergunova,<sup>1</sup> Felix D. Danielyan,<sup>2</sup> Marine S. Arakelyan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Moscow 119071, Russia. <sup>2</sup> Department of Biology, Yerevan State University, Yerevan 0025, Armenia.

Corresponding author: Varos G. Petrosyan, petrosyan@sevin.ru

## Abstract

During field survey in 2018, we recorded in Armenia the occurrences of the parthenogenetic lizard *Darevskia armeniaca* and its “paternal” bisexual species *D. valentini*. Based on our new data and records taken from publications and museums, we update the distribution maps of these species. The new records expand the geographical boundaries of sympatric habitats of these species and provide additional data for understanding the mechanisms of reticulate evolution and hybrid speciation.

## Key words:

Bisexual species, Reptilia, reticulate evolution, rock lizards, unisexual species.

Academic editor: Ross MacCulloch | Received 4 October 2018 | Accepted 30 December 2018 | Published 11 January 2019

Citation: Petrosyan VG, Osipov FA, Bobrov VV, Dergunova NN, Danielyan FD, Arakelyan MS (2019) New records of *Darevskia armeniaca* (Méhely, 1909) and *Darevskia valentini* (Boettger, 1892) (Squamata, Sauria, Lacertidae) from Armenia and updated geographic distribution maps. Check List 15 (1): 21–31. <https://doi.org/10.15560/15.1.21>

## Introduction

In a book on rock lizards of the Caucasus, Darevsky (1967) reviewed all available information on their taxonomy and all known record sites for 8 species and 20 subspecies. Since that time, a great amount of data on rock lizards has been accumulated and published. Moreover, the lizards previously placed in the subgenus *Archaeolacerta* of the genus *Lacerta* were combined into the new genus *Darevskia* (Arribalzaga, 1999). Currently, this genus includes 35 species (AG Lacerta 2018). Most of them occur in the Caucasus region. Among these, 4 species are parthenogenetic (*Darevskia armeniaca* (Méhely, 1909), *D. dahli* (Darevsky, 1957), *D. rostombekowi*

(Darevsky, 1957) and *D. unisexualis* (Darevsky, 1966)) and all occur in Transcaucasia.

We present new data on the distribution in Armenia of 2 species, *D. armeniaca* (Méhely, 1909) and *D. valentini* (Boettger, 1892), which we collected during field studies conducted in 2018. Morphological, ecological, cytological, and genetic studies have shown that the parthenogenetic species *D. armeniaca* originated as a result of natural hybridization between the closely related bisexual species *D. mixta* (Méhely, 1909) (“maternal” species) and *D. valentini* (“paternal” species) (Darevsky 1967, Darevsky and Danielyan 1968, Uzzell and Darevsky, 1975, Moritz et al. 1992, MacCulloch et al. 1995, Murphy et al. 1996, Fu et al. 2000).

## Analysis of geographical distribution of the parthenogenetic rock lizard *Darevskia armeniaca* and its parental species (*D. mixta*, *D. valentini*) based on ecological modelling

VAROS PETROSYAN<sup>1</sup>, FEDOR OSIPOV<sup>1</sup>, VLADIMIR BOBROV<sup>1</sup>, NATALIA DERGUNOVA<sup>1</sup>, EVGENY NAZARENKO<sup>1</sup>, ANDREY OMELCHENKO<sup>1</sup>, FELIX DANIELYAN<sup>2</sup> & MARINE ARAKELYAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, 33 Leninsky prospect, 119071 Moscow, Russia

<sup>2</sup> Department of Biology, Yerevan State University, 1 Alex Manoogian, 0025 Yerevan, Armenia

Corresponding author: VAROS PETROSYAN, e-mail: petrosyan@sevin.ru

Manuscript received: 1 October 2018

Accepted: 10 May 2019 by STEFAN LÖTTERS

 Biodiversity Data Journal 8: e56030  
doi: 10.3897/BDJ.8.e56030

 open access

Taxonomic Paper

## New records and geographic distribution of the sympatric zones of unisexual and bisexual rock lizards of the genus *Darevskia* in Armenia and adjacent territories

Varos G. Petrosyan<sup>1</sup>, Fedor A. Osipov<sup>1</sup>, Vladimir V. Bobrov<sup>1</sup>, Natalia N. Dergunova<sup>1</sup>, Ivan I. Kropachev<sup>2</sup>, Felix D. Danielyan<sup>2</sup>, Marine S. Arakelyan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia  
<sup>2</sup> Tula Ecotarium, Tula, Russia

| Department of Biology, Yerevan State University, Yerevan, Armenia

Corresponding author: Varos G. Petrosyan (vgpetrosyan@gmail.com)

Academic editor: Franco Andreone

Received: 30 Jun 2020 | Accepted: 10 Sep 2020 | Published: 16 Sep 2020

Citation: Petrosyan VG, Osipov FA, Bobrov VV, Dergunova NN, Kropachev II, Danielyan FD, Arakelyan MS (2020) New records and geographic distribution of the sympatric zones of unisexual and bisexual rock lizards of the genus *Darevskia* in Armenia and adjacent territories. Biodiversity Data Journal 8: e56030. <https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e56030>

## Abstract

## Background

Caucasian rock lizards of the genus *Darevskia* are unique taxa, including both bisexual and parthenogenetic species. The parthenogenetic species have originated as a result of natural hybridisation between females and males of different bisexual species. The species involved in interspecific hybridisation are called parental. However, sympatric zones (SZ) of unisexual and bisexual rock lizards of the Caucasus are still poorly studied, although they are very important for understanding the role of hybrid individuals of different origin in reticulate evolution. This paper presents the location of the SZs of parthenogenetic and their parental bisexual rock lizards of the genus *Darevskia* in Armenia and adjacent territories of Georgia and Nagorno-Karabakh. We summarised the locations of the SZs identified from 1957 to the present, based on our field survey data gathered in 2018–2019

## **ВВЕДЕНИЕ**

**Один из важных вопросов сетчатой эволюции - выявление особенностей существования родительских (бисексуальных) и однополых форм.**

**Существует множество гипотез относительно механизмов, лежащих в основе дифференциации экологических ниш. Одна из гипотез, которая наиболее актуальная для изучаемых видов ящериц - гипотеза географического партеногенеза (ГП). Согласно ГП предполагается, что однополые формы существуют с двупольными занимая «маргинальные» части среды обитания, т.е., однополые формы, имеют экологические ниши, выходящие за пределы толерантности их бисексуальных предков.**

**Справедливость выполнения ГП впервые была описана у членистоногих, и далее была показана у самых разнообразных таксонов, таких как наземные и водные беспозвоночные, рептилии, земноводные и растения.**

**Характер распространения клонов в местах обитания, которые являются «маргинальными» для их родительских форм, не достаточно изучен для многих партеногенетических видов рода *Darevskia*.**

# Таксономия скальных ящериц

Царство: Animalia (Животные)

Тип: Chordata (Хордовые)

Класс: Reptilia (Рептилии)

Отряд: Squamata (Чешуйчатые)

Подотряд: Sauria (Ящерицы)

Семейство: Lacertidae (Настоящие ящерицы)

Подсемейство: Lacertinae

Род: *Darevskia*\*

Кавказские скальные ящерицы рода *Darevskia*, обитающие в Закавказье и соседних районах Турции, входят в *saxicola*-комплекс, включающий

34 двуполых и 7 партеногенетических видов

*D.armeniaca*, *D.rostombekowi*, *D.dahli*, *D.unisexualis*,  
*D.uzzelli*, *D.sapphirina*, *D.bendimahiensis*

\*В настоящее время все кавказские виды группы «*Lacerta saxicola*» выделены в новый таксон *Darevskia* gen. nov.  
[Arribas, 1999].



## Схема гибридного происхождения партеногенетических видов рода *Darevskia*

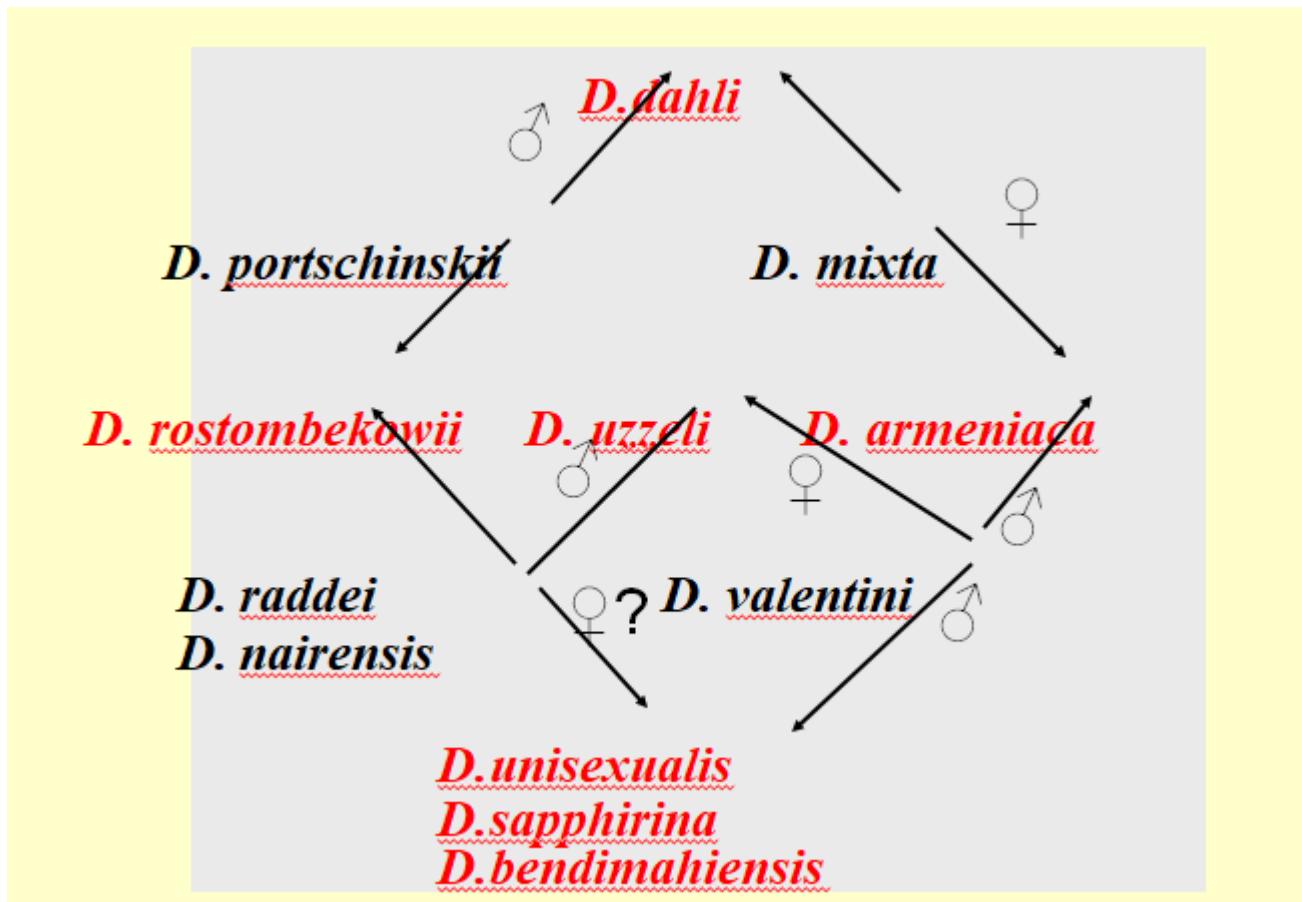
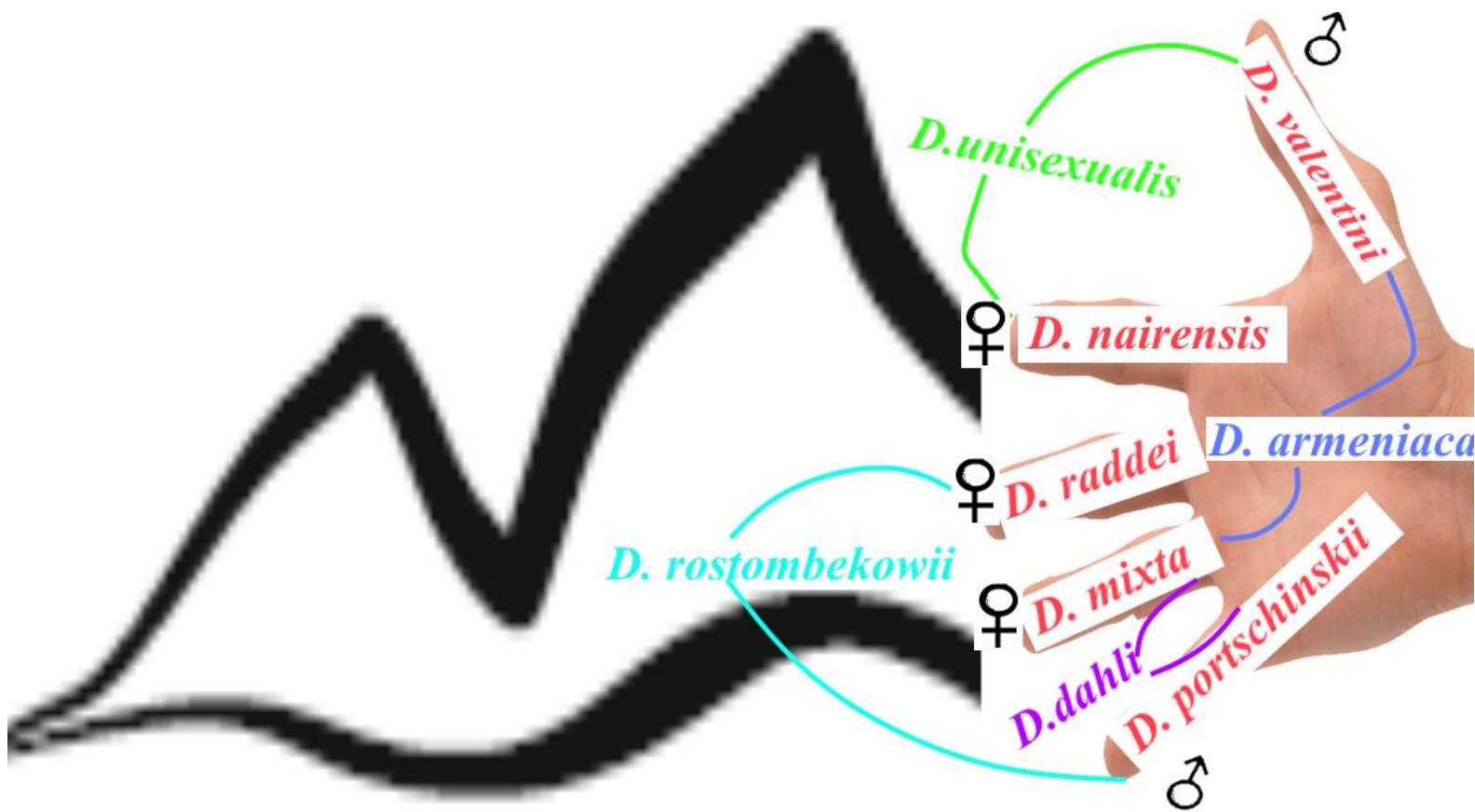


Схема гибридного происхождения  
партеногенетических видов рода *Darevskia*



## Общая концепция и методология

### Данные:

- Музейные образцы из Зоологического музея Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова (ZMMU) ;
- Музейные образцы Зоологического института Российской Академии наук (ZISP);
- Данные из канадского музея Royal Ontario Museum (CROM);

Данные из ROM опубликованы в Глобальной базе данных по биоразнообразию (GBIF: D. dahli – GBIF Occurrence data doi: 10.15468/dl.4wnnka; D. mixta – GBIF Occurrence data doi:10.15468/dl.ml4da9; D. portschinskii – GBIF Occurrence data doi: 10.15468/dl.i83b94).

- Данные полевых исследований в 1967-2019 г, только в 2018-2019 длина маршрута составляла – 4800 км.

# Общая концепция и методология

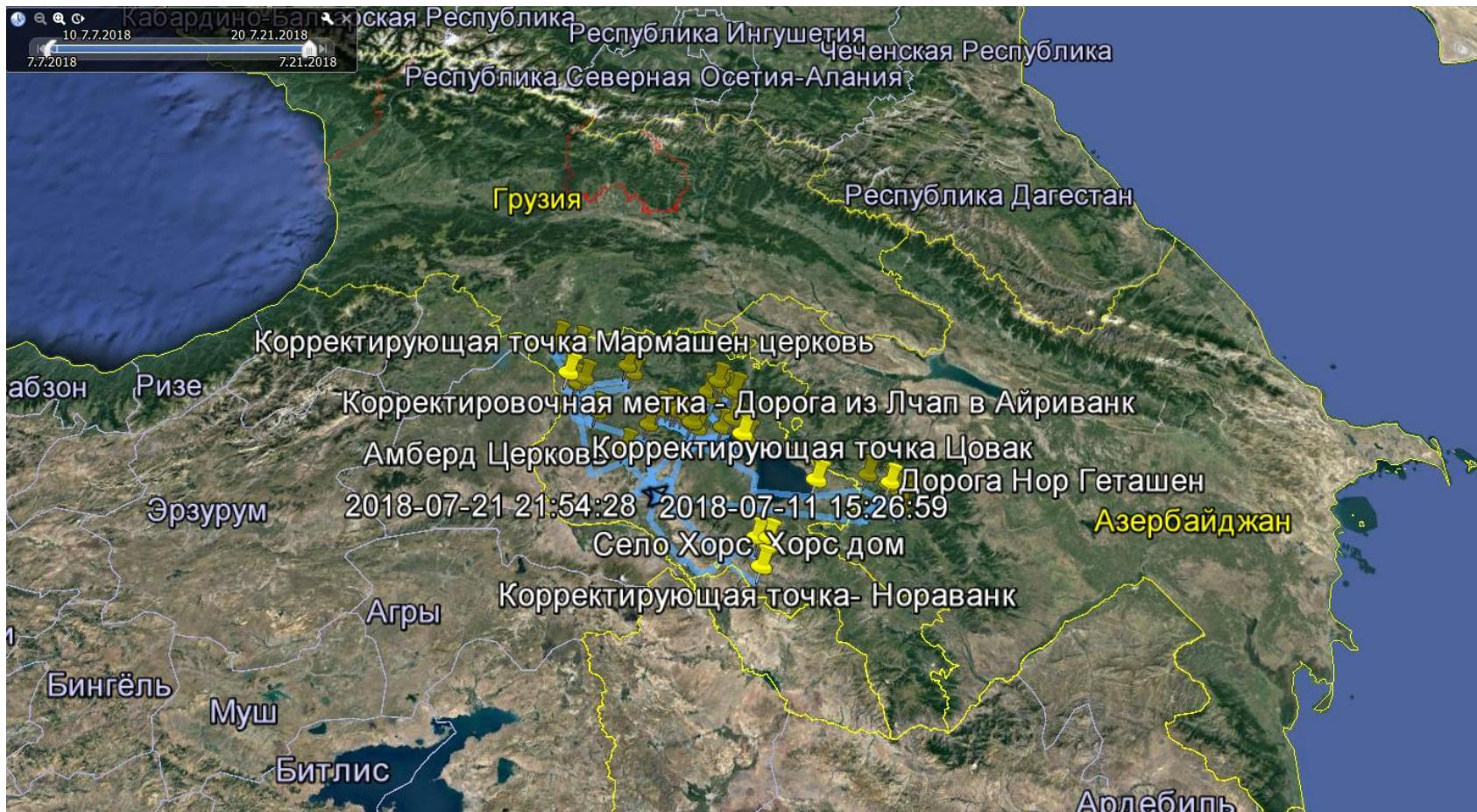


Схема маршрута полевых исследований в 2018 г.  
(длительность маршрута 3000 км)

# Общая концепция и методология

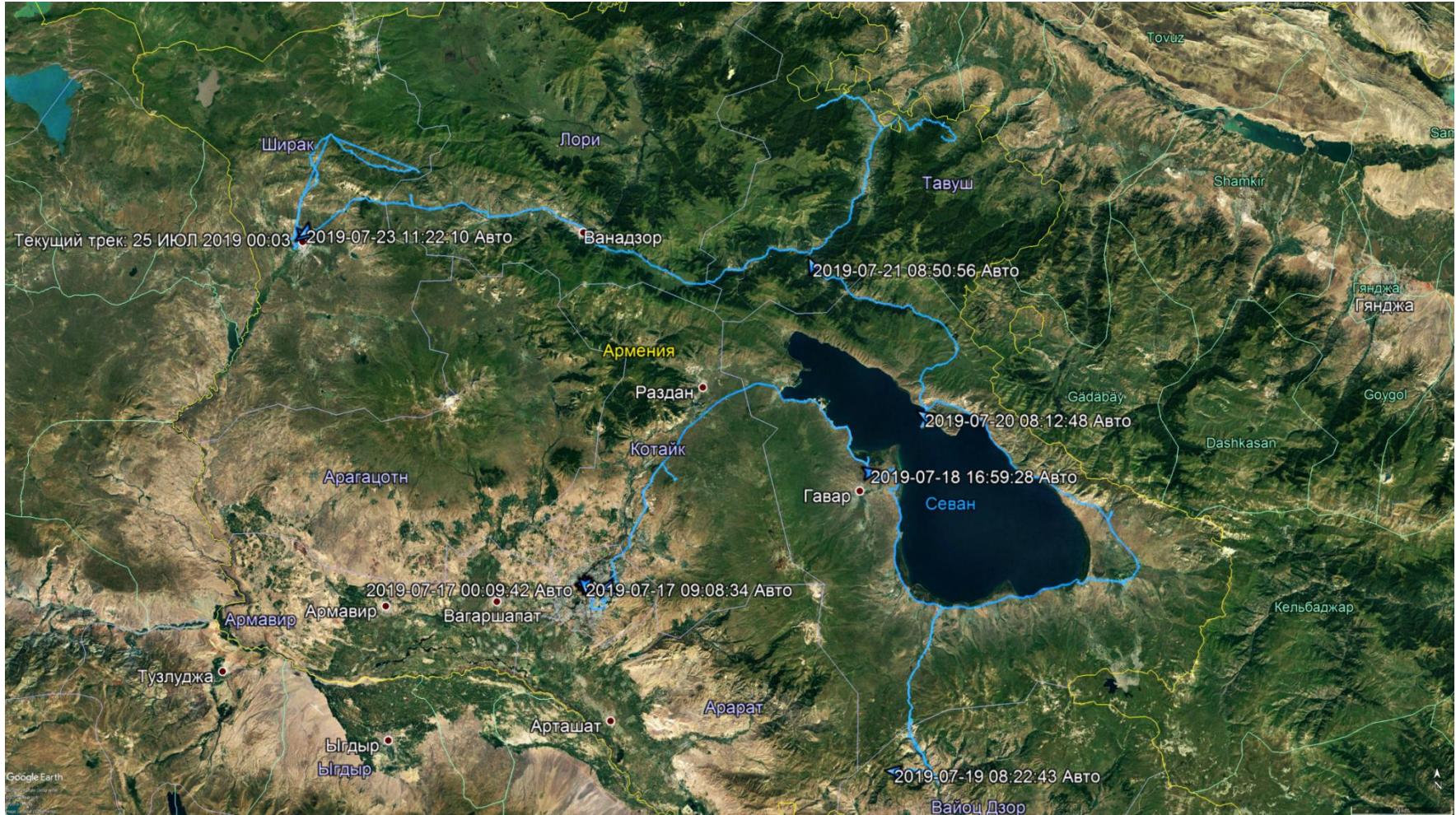


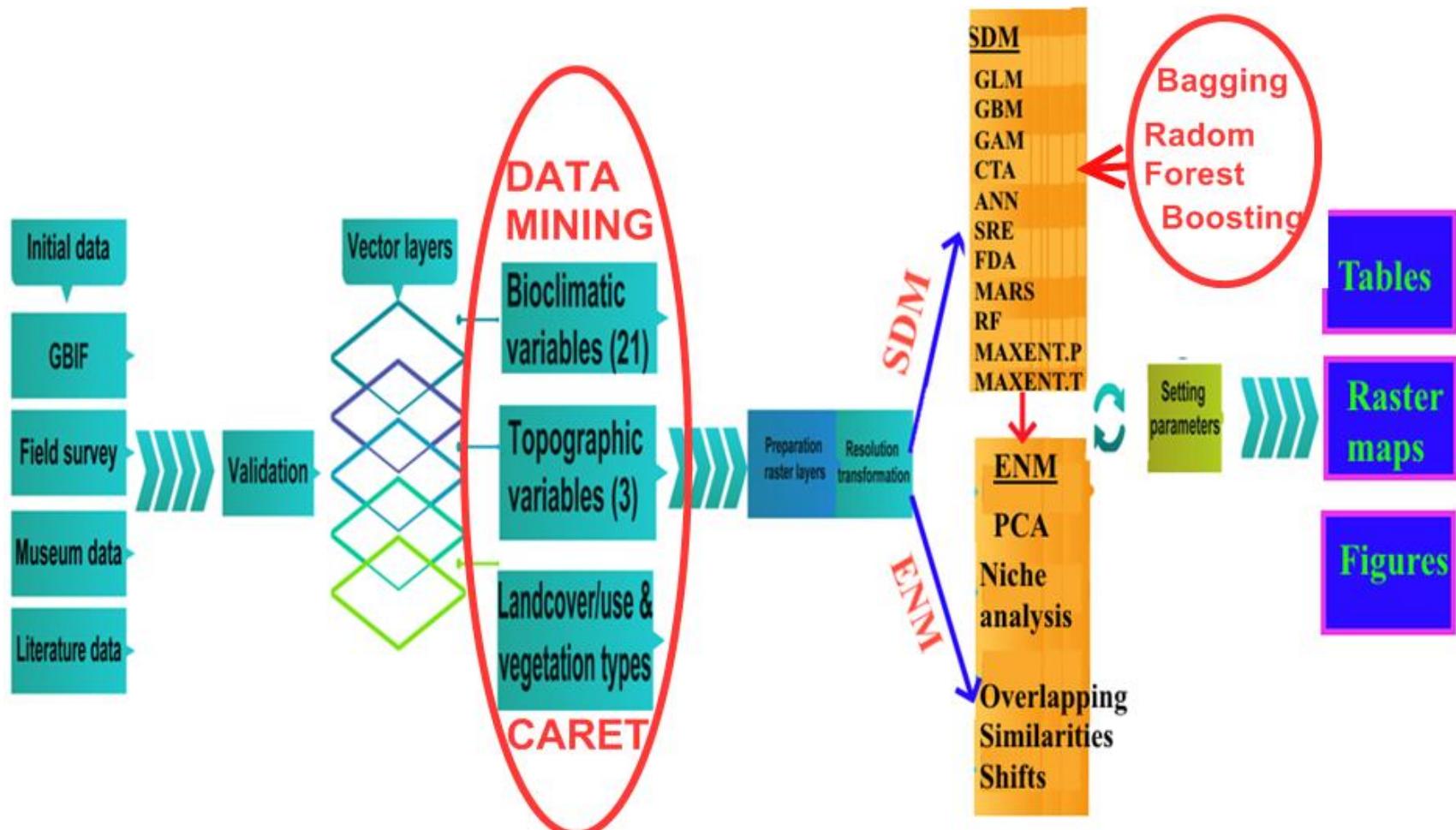
Схема маршрута полевых исследований в 2019 г.  
(длительность маршрута 1800 км)

## Общая концепция и методология

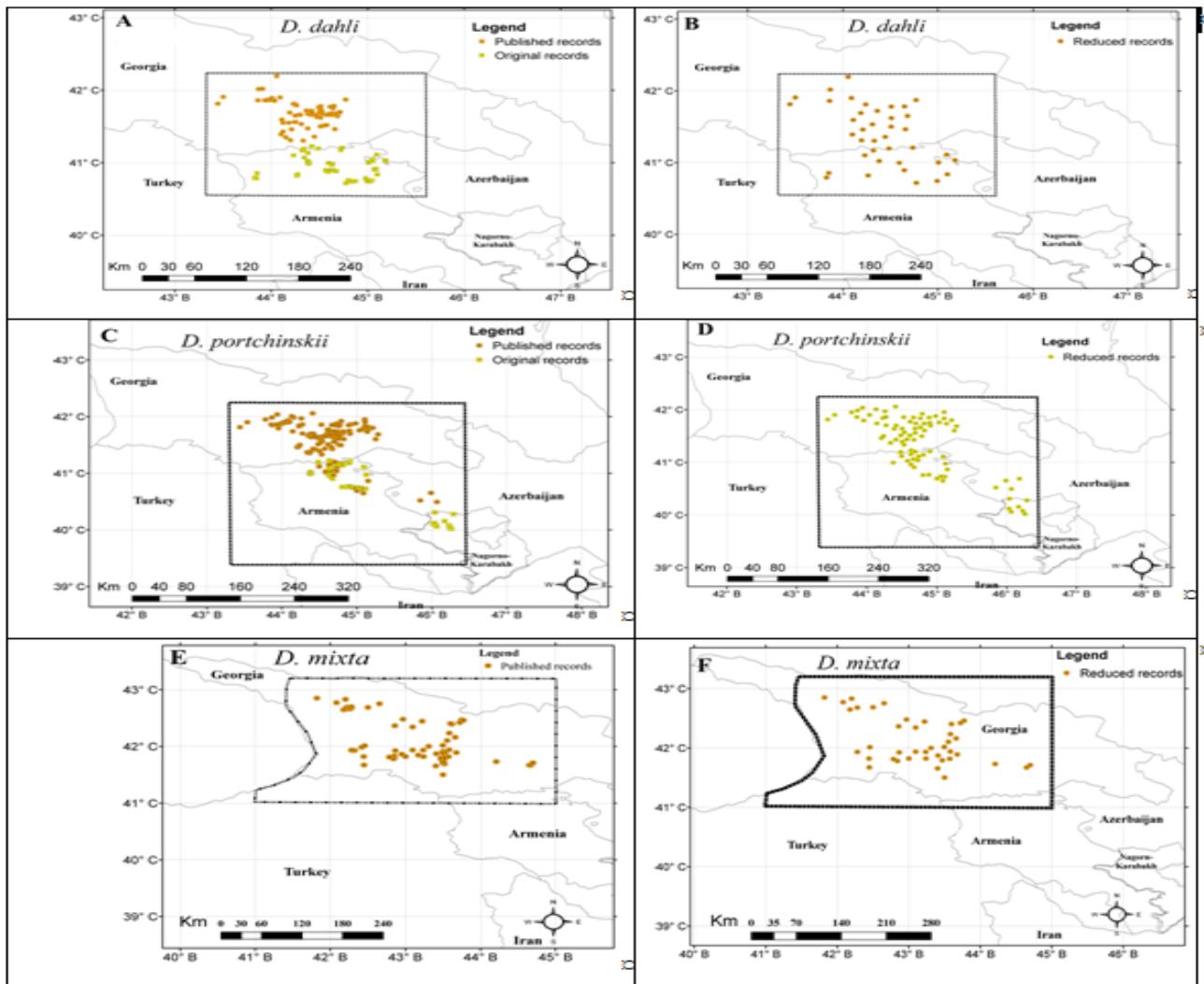
### Программное обеспечение:

- Arc GIS Desktop 10.4.1- создание растрово-векторных баз данных (ESRI, 2017);
- spThin (Aiello-Lammens et al. 2015);
- Индекс Average Nearest Neighbor (ANNI) (Ebdon, 1985) в среде ArcGis 10.4.1;
- **DISMO (Java), BIOMOD2 v. 3.3-7 (March 1, 2016) (Wilfried Thuiller et al. 2016)**(в среде R) – для построения моделей распределения видов ( Species distribution models (SDM) ) – GLM,GBM,GAM,CTA,ANN,SRE, FDA, MARS, RF, MAXENT.Phillips, MAXENT.Tsuruoka;
- **EcoSpat (Di Cola et al. 2017)** – для построения модели экологических ниш (ecological niches models and their comparison(ENM); оценка ширины реализованных ниш, их перекрывание, сходство и сдвиги во всем пространстве предикторных переменных (дополнительно были использованы разные библиотеки из базовых и дополнительных программ R-CARET).
- **GLM ANOVA (R пакеты для оценки сдвига экологических ниш).**

# Общая концепция и методология



Nº	Environmental variables	Code
1	Annual mean temperature (°C)	C_AMT
2	Mean diurnal range (°C)	C_MDR
3	Isothermality(BIO2/BIO7 (* 100)), %	C_ISOT
4	Temperature Seasonality(standard deviation *100) (%)	C_TSeason
5	Max Temperature of Warmest Month (°C)	C_MaxTWM
6	Min Temperature of Coldest Month (°C)	C_MinTCM
7	Temperature Annual Range (BIO5-BIO6) (°C)	C_TAnR
8	Mean Temperature of Wettest Quarter (°C)	C_MTWetQ
9	Mean Temperature of Driest Quarter (°C)	C_MTDrQ
10	Mean Temperature of Warmest Quarter (°C)	C_MTWarmQ
11	Mean Temperature of Coldest Quarter (°C)	C_MTColdQ
12	Annual Precipitation (mm)	C_AnP
13	Precipitation of Wettest Month (mm)	C_PWetM
14	Precipitation of Driest Month (mm)	C_PDrM
15	Precipitation Seasonality (Coefficient of Variation)(mm)	C_PSeason
16	Precipitation of Wettest Quarter (mm)	C_PWetQ
17	Precipitation of Driest Quarter (mm)	C_PDrQ
18	Precipitation of Warmest Quarter (mm)	C_PWarmQ
19	Precipitation of Coldest Quarter (mm)	C_PColdQ
20	Solar radiation (kJ m <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	C_SRad
21	Wind speed (m s <sup>-1</sup> )	C_WindS
22	Elevation (m)	T_EL
23	Exposure aspect (°)	T_EXP
24	Inclination angles (°)	T_INCL
25	Distance to settlements in rural area (m)	L-DSR
26	Distance to water polygons (lakes, reserves) (m)	L_DWP
27	Distance to settlements in urban area (m)	L_DSU
28	Distance to high way (road) (m)	L_DHW
29	Distance to river, stream (m)	L_DRs
30	Distance to rail way(m) (33)	L_DRW
31	Vegetation type	L_VEG

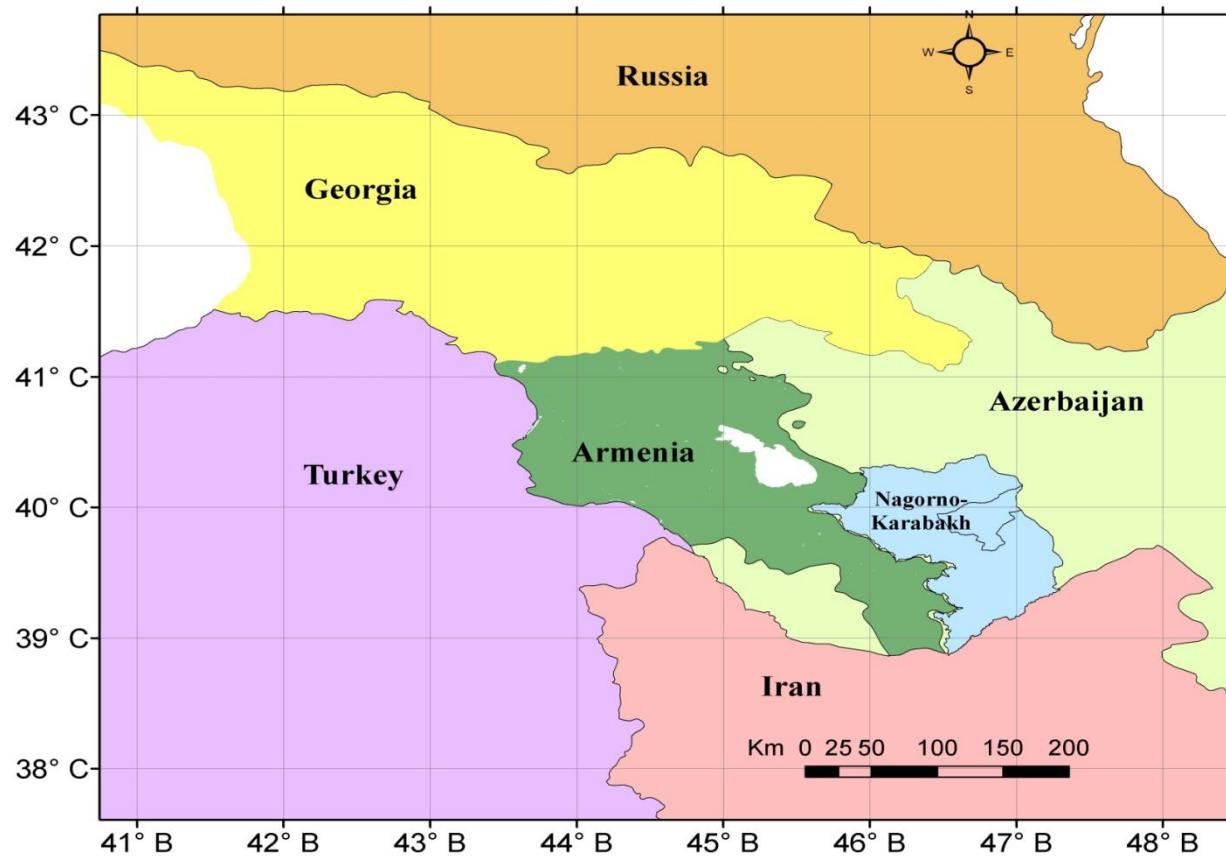


Расположение областей исследования на основе доступных наборов данных. А, С, Е - исходные кластеризованные наборы данных; В, Д, F - сокращенные не авто-коррелированные наборы данных. Пунктирными областями обозначены маски, используемые для построения SDM и ENM *Darevskia* spp.

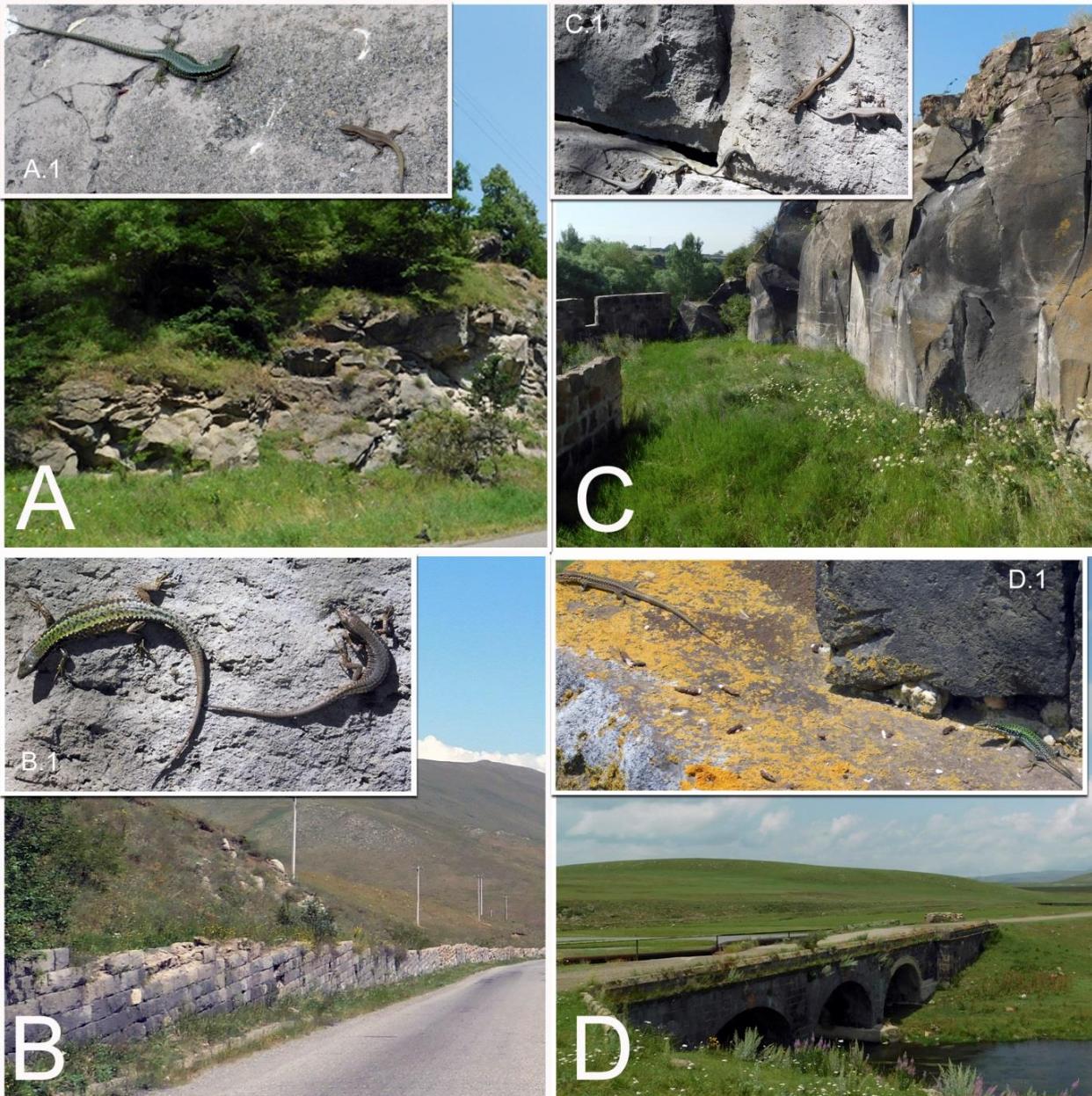
# Средний индекс (ANNI) ближайшего соседа по данным присутствия видов

Species	Data set	n*	Real mea ns (m)	Expected mean dista nce (m)	ANNI	Z-score	P-val	Type of distributi on
<i>D. dahli</i>	All	165	2,113	5,680	0.37	-15.43	<<0.0	Clustered
<i>D. dahli</i>	Reduced	46	9747	10,698	0.91	-1.15	0.249	Random
<i>D. mixta</i>	All	67	6,691	10,614	0.63	-5.83	<<0.0	Clustered
<i>D. mixta</i>	Reduced	41	12,039	13,669	0.88	-1.46	0.144	Random
<i>D. portschinskii</i>	All	259	3,834	8,759	0.44	-17.31	<<0.0	Clustered
<i>D. portschinskii</i>	Reduced	86	9, 802	10,679	0.92	-1.41	0.16	Random

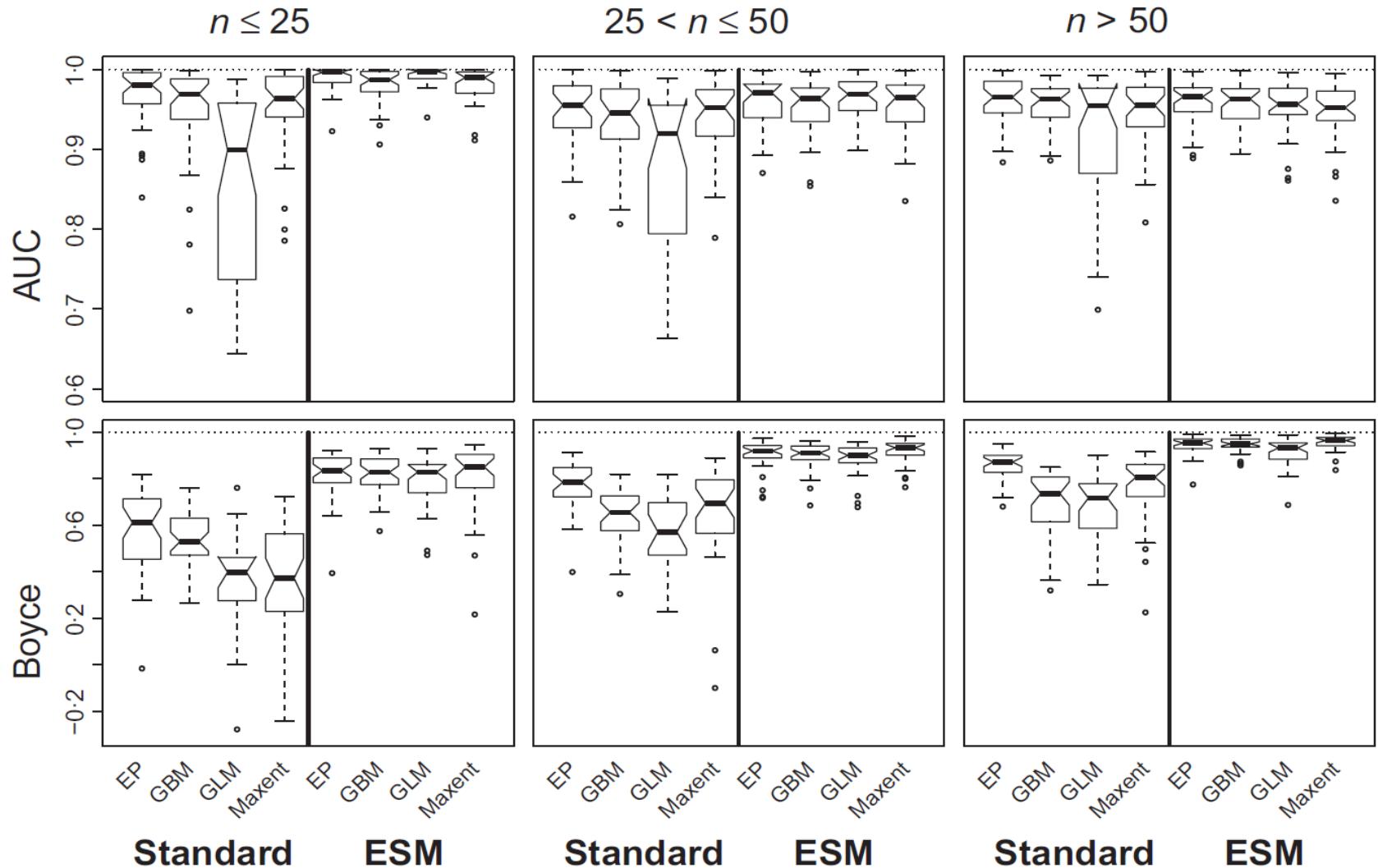
## Район исследования



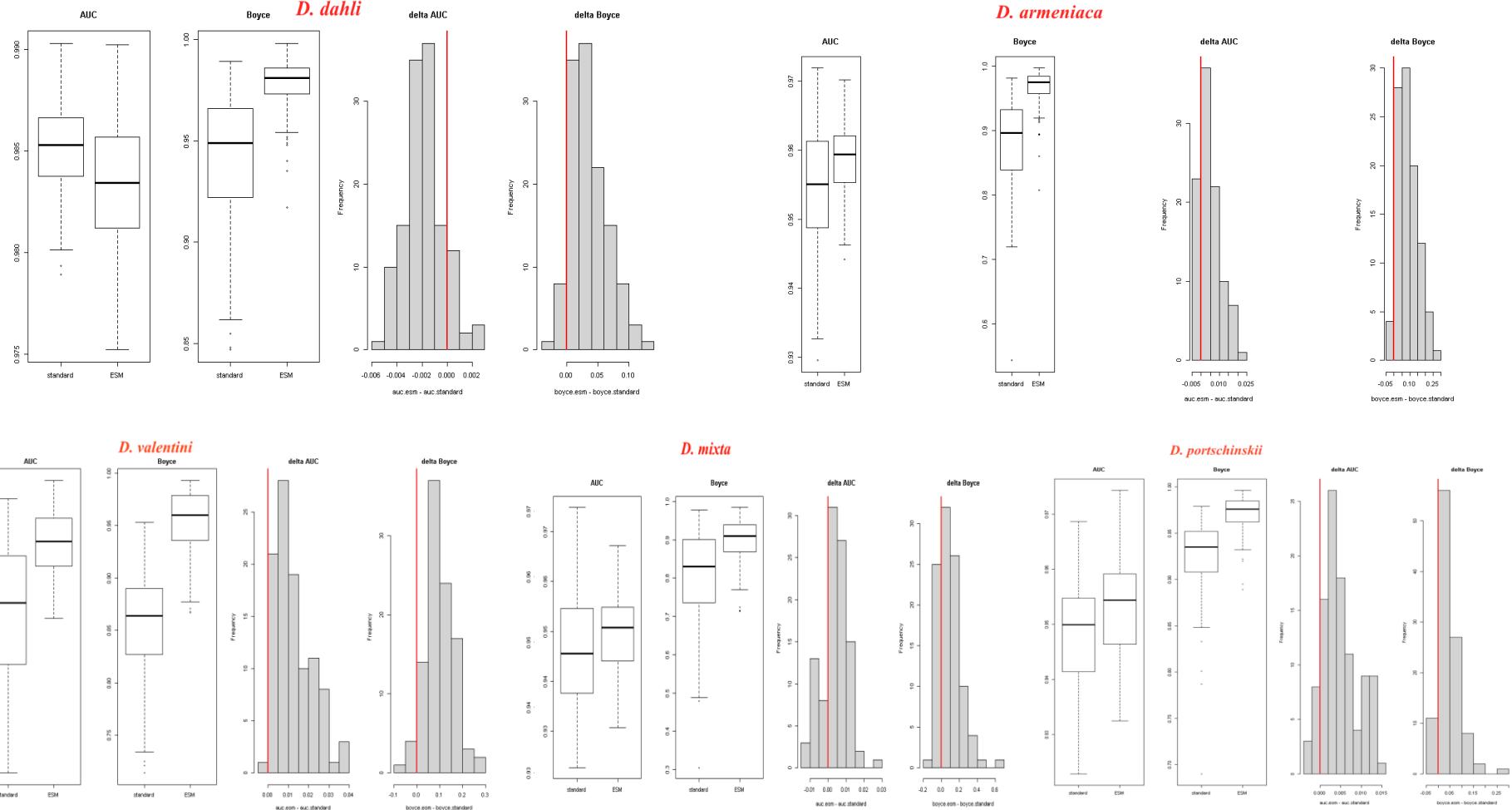
**Bisexual species** - *D. mixta*, *D. portschinskii*, *D. raddei raddei*, *D. raddei narensis*, *D. valentini* – 20500 locations  
**Unisexual species** - *D. dahli*, *D. armeniaca*, *D. rostombekowi*,  
*D. unisexualis* - 19580 locations



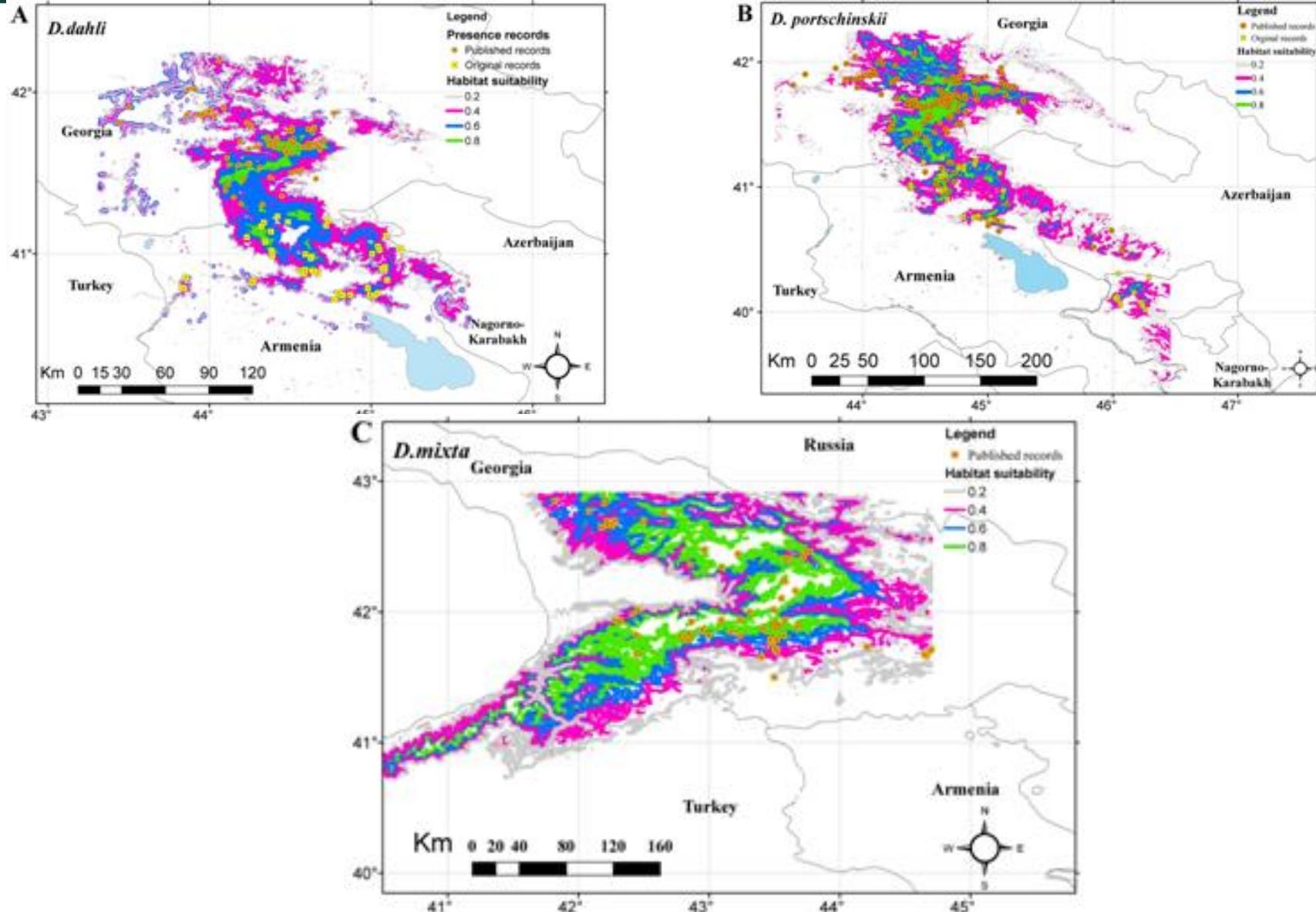
Четыре типичные симпатрические зоны ящериц на северо-востоке и северо-западе Армении, где **A.** Дорога в Дилижан (*D. armeniaca*, *D. dahli*, *D. rostombekowi*); **A.1.** *D. armeniaca* и *D. rostombekowi* на скале. **B.** Цилкар (*D.unisexualis*, *D.armeniaca*, *D. dahli*) **B.1** *D. dahli* и *D. armeniaca* на каменной стене. **C:** окрестности Кети (*D.dahli*, *D.unisexualis*, *D. nairensis*); **C.1** *D. dahli* и *D. unisexualis* на каменной стене. **D:** Сепасар (*D. armeniaca*, *D. valentini*); **D.1** *D. armeniaca* и *D. valentini* на каменном мосту.



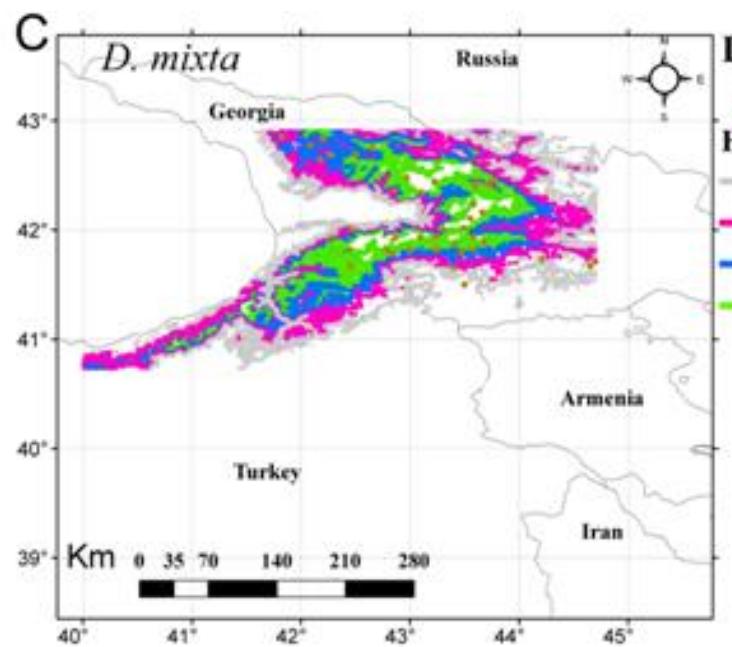
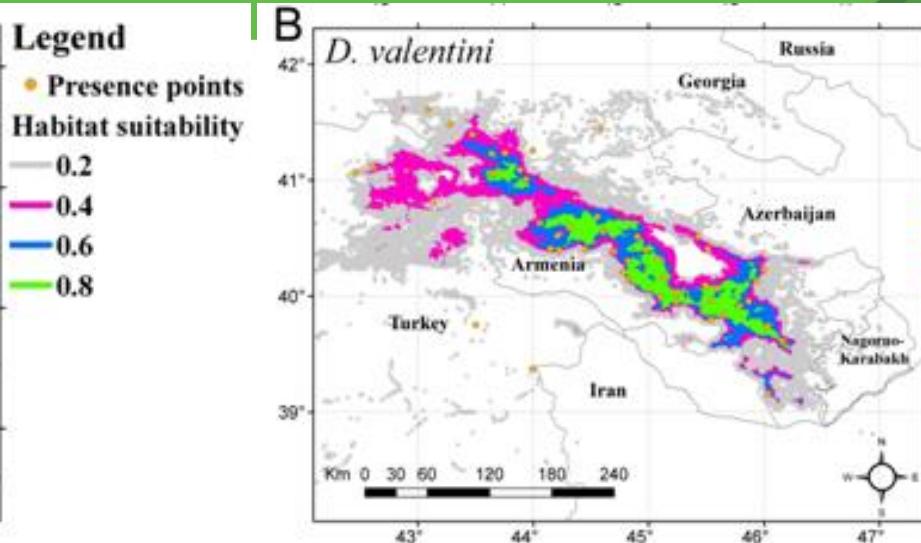
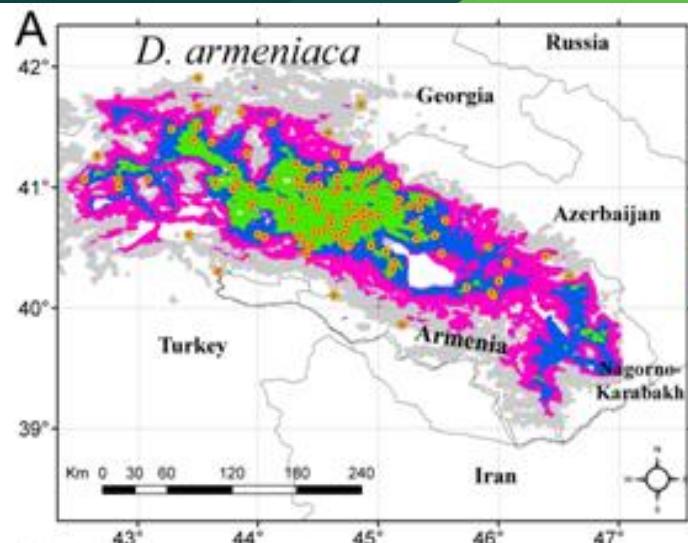
Оценка пригодности моделей распространения видов (107) с использованием AUC (вверху) и индекса Бойса(низ) (размеры выборок)([Methods in Ecology and Evolution 2015, 6, 1210–1218](#)) (Breine et al. 2015).



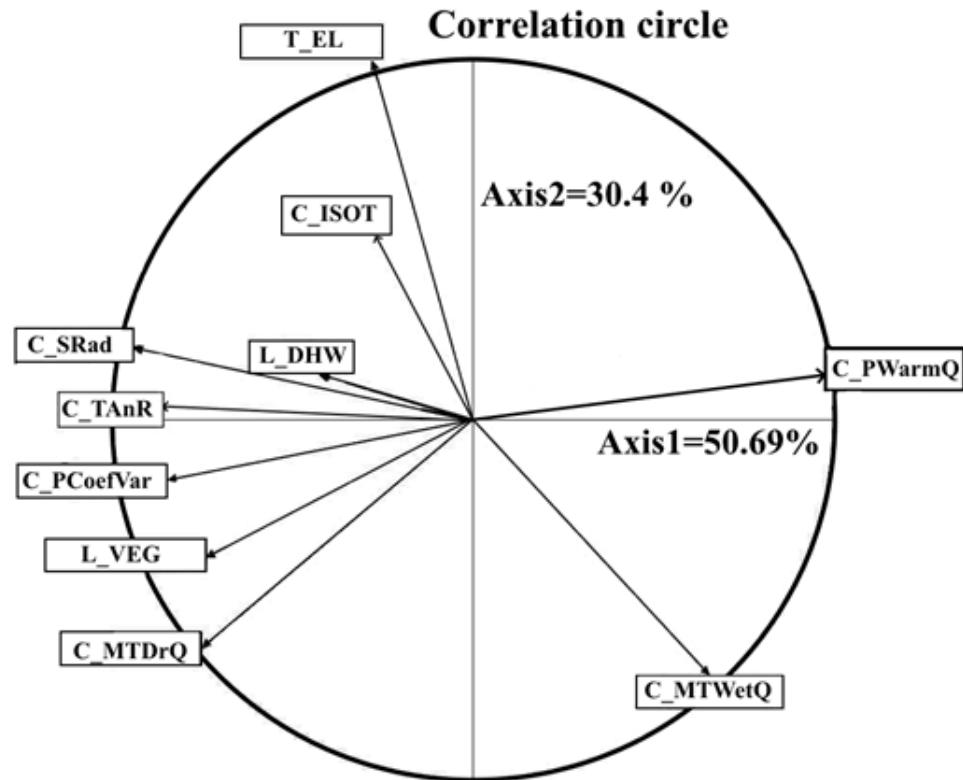
**Сравнительный анализ индексов пригодности AUC и Boyce различных моделей пространственного распределения (SDM) видов, построенных с помощью стандартных методов и комплекса моделей (ESM)**



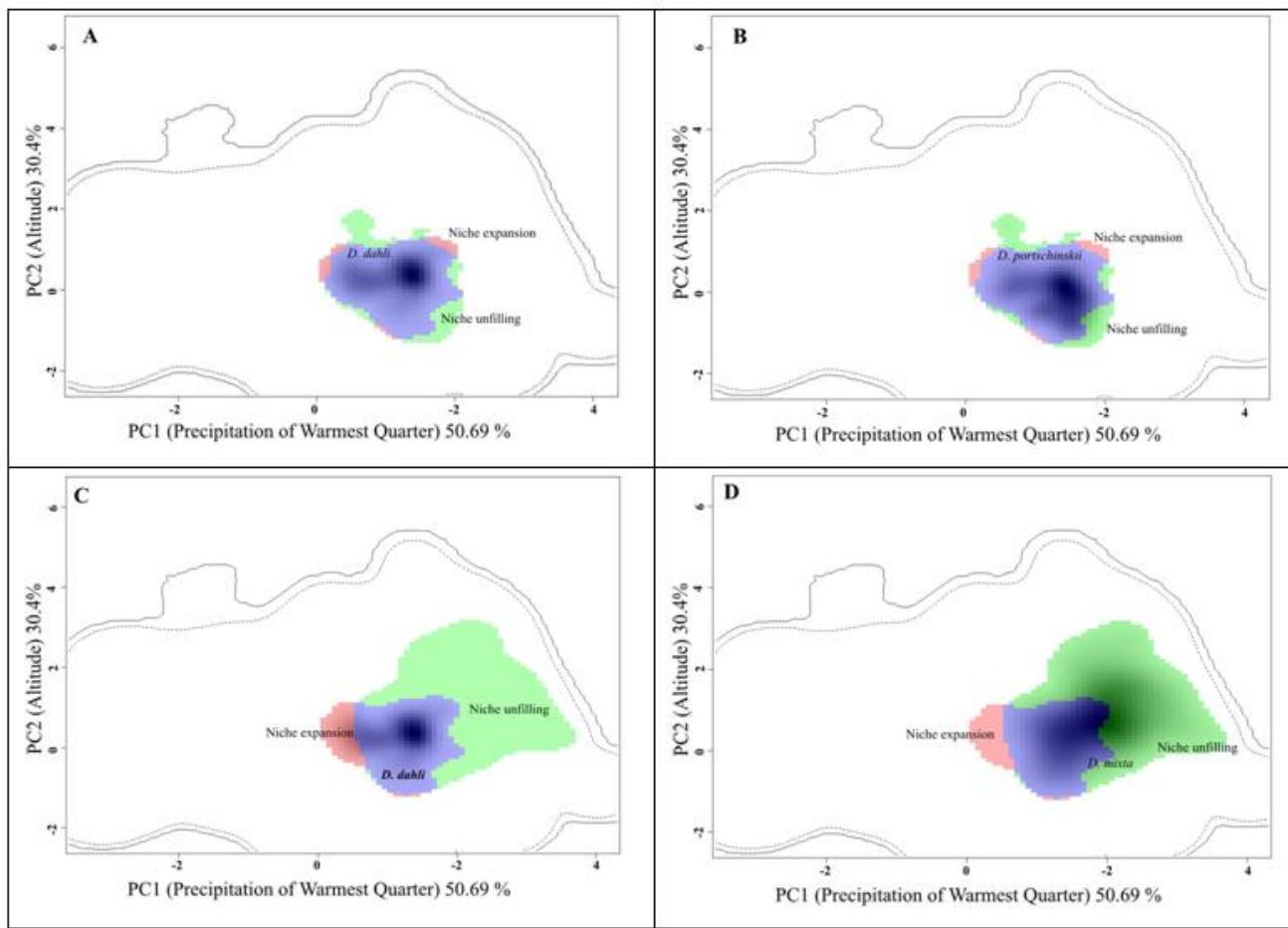
Карты пригодных местообитаний (ESM-MaxEnt)



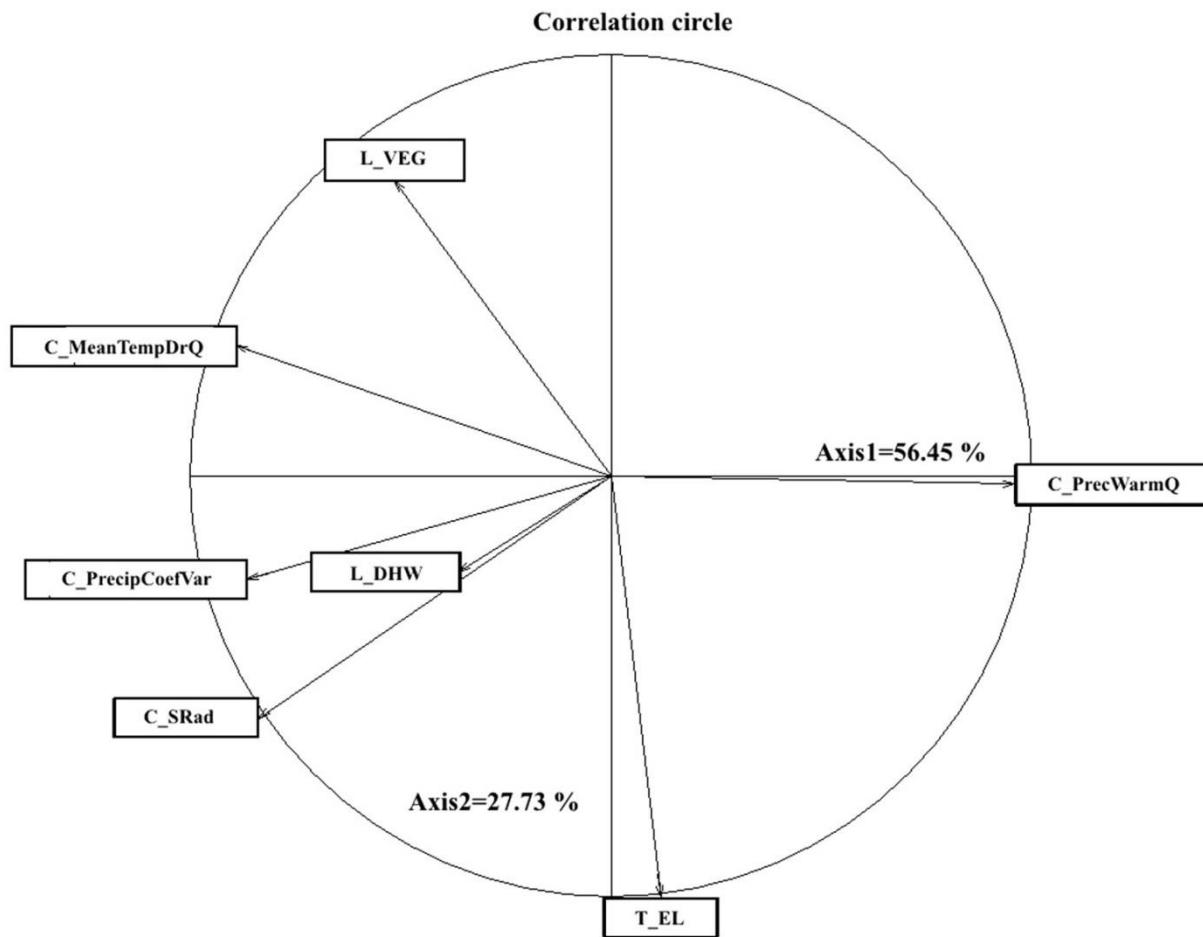
Карты пригодных местообитаний (ESM-MaxEnt)



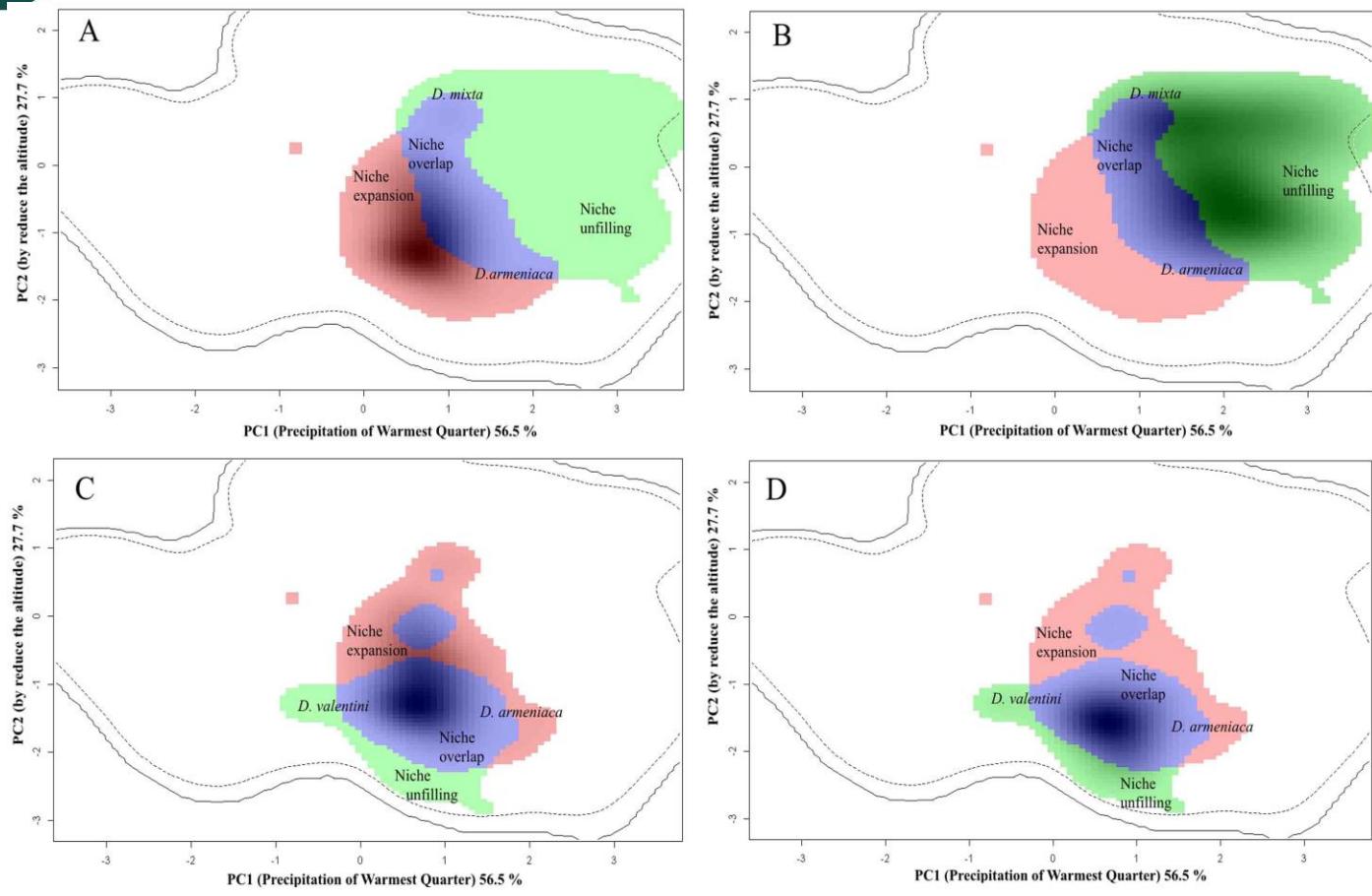
Корреляция между предикторными переменными и первыми двумя компонентами анализа главных компонент (PCA), откалиброванных по условиям окружающей среды у родительских и дочерних видов. Первая и вторая компоненты объясняют **84,18%** общего изменения климата, топографии и земного покрова.



**Анализ перекрытие ниш *D. dahli*, *D. portchinskii* и *D. mixta* в многомерном пространстве предикторных переменных с использованием РСА. Панели А и В представляют перекрытие ниш *D. dahli* и *D. portchinskii* вдоль двух первых осей РСА; С, Д представляют собой перекрытие ниш *D. dahli* и *D. mixta*. Затенение областей показывает плотность встречаемости *D. dahli* (А, С), *D. portchinskii* (В), *D. mixta* (Д) по клеткам. Сплошные и пунктирные линии контура иллюстрируют соответственно 100% и 90% доступной (фоновой) среды.**



Корреляция между предикторными переменными и первыми двумя компонентами анализа главных компонент (PCA), откалиброванных по условиям окружающей среды у родительских и дочерних видов. Первая и вторая компоненты объясняют **84,18%** общего изменения климата, топографии и земного покрова.



**Анализ перекрытие ниш *D. armeniaca*, *D. valentini* и *D. mixta* в многомерном пространстве предикторных переменных с использованием РСА. Панели А и В представляют перекрытие ниш *D. armeniaca* и *D. mixta* вдоль двух первых осей РСА; С, Д представляют собой перекрытие ниш *D. armeniaca* и *D. valentini*. Затенение областей показывает плотность встречаемости *D. armeniaca*(А, С), *D. mixta* (В), *D. valentini* (Д) по клеткам. Сплошные и пунктирные линии контура иллюстрируют соответственно 100% и 90% доступной (фоновой) среды.**

Parental species	Schoener's index	D	P-value	E	S	U
<i>D. portschinskii</i>	0.72		<b>0.009</b>	0.02	0.98	0.06
<i>D. mixta</i>	0.22		0.09	0.12	0.88	<b>0.57</b>

Пересечение реализованных ниша с помощью индекса Schoener's D между дочерним (*D. dahli*) и родительским (*D. portchinskii*, *D. mixta*) видами. Где E - расширение, S-стабильность, U-незаполнение, р-значения критерия подобия ниши приведены для каждого вида сравнения.

### Ширина реализованных ниша ( $N_b = CV \text{ MD}$ ):

*D. Dahli* - 0.86 ( $\pm 0.12$ )

*D. Portchinskii* = 1.12( $\pm 0.15$ ),

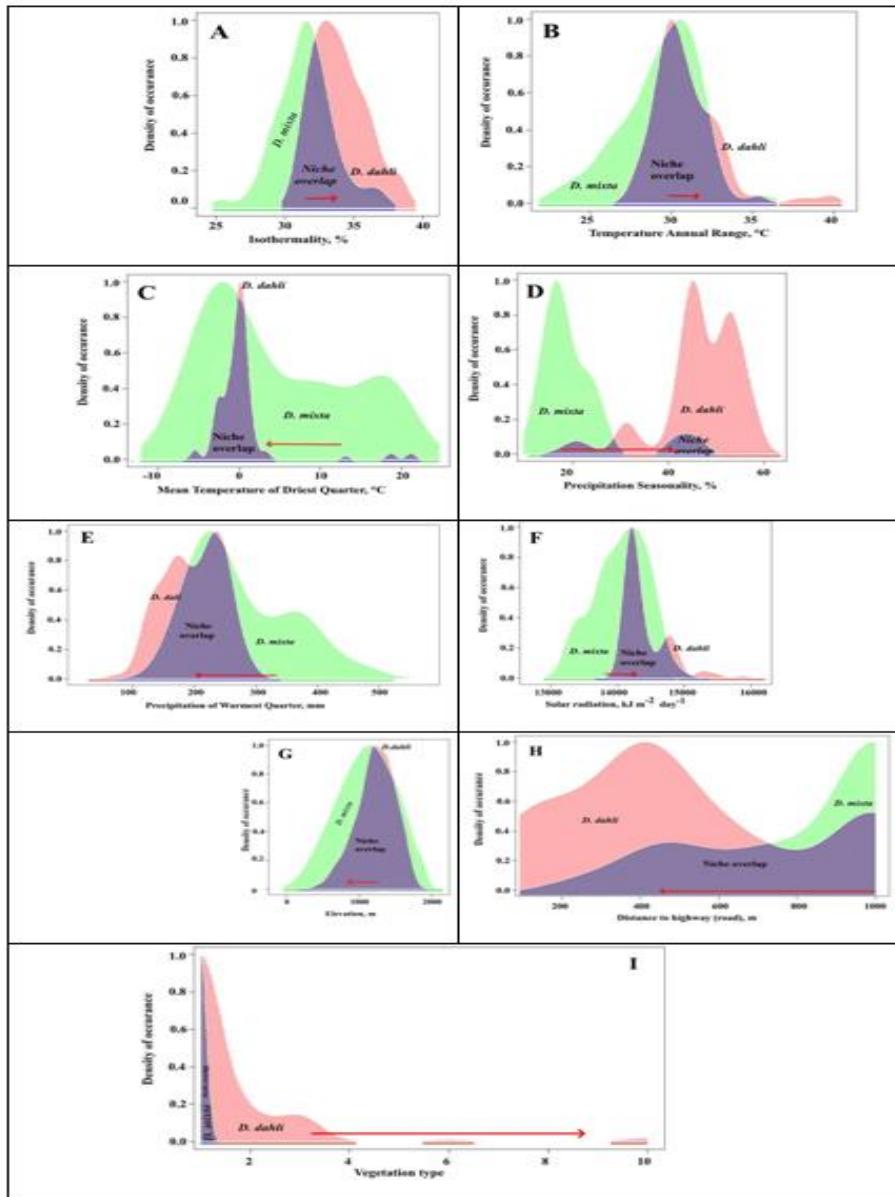
*D. mixta* - 0.48 ( $\pm 0.08$ )

### Расстояние MD между центроидами:

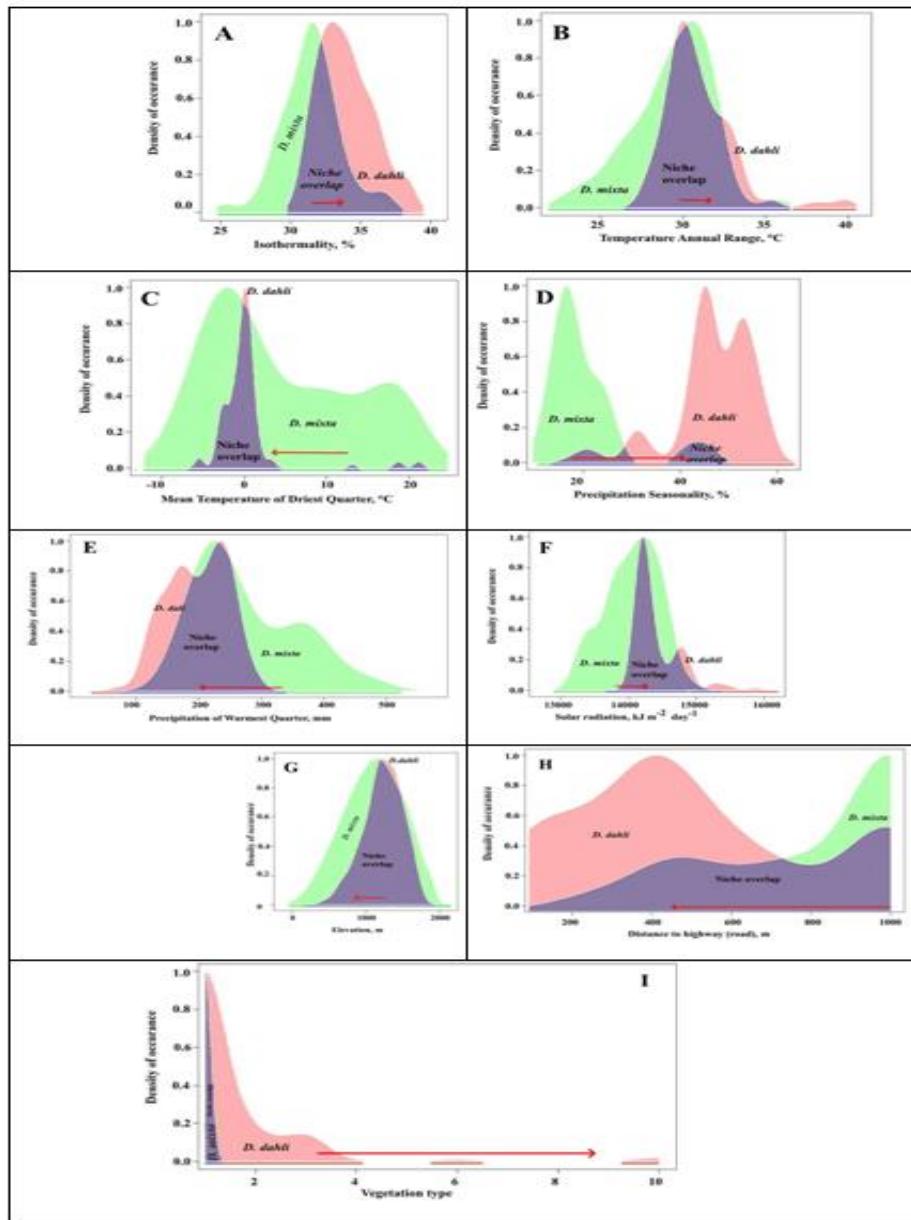
*D. Portschinskii* - *D. mixta* = 21.1

*D. mixta* - *D. dahli* = 16.5 ( $MD + 2SD = 6.4$ )

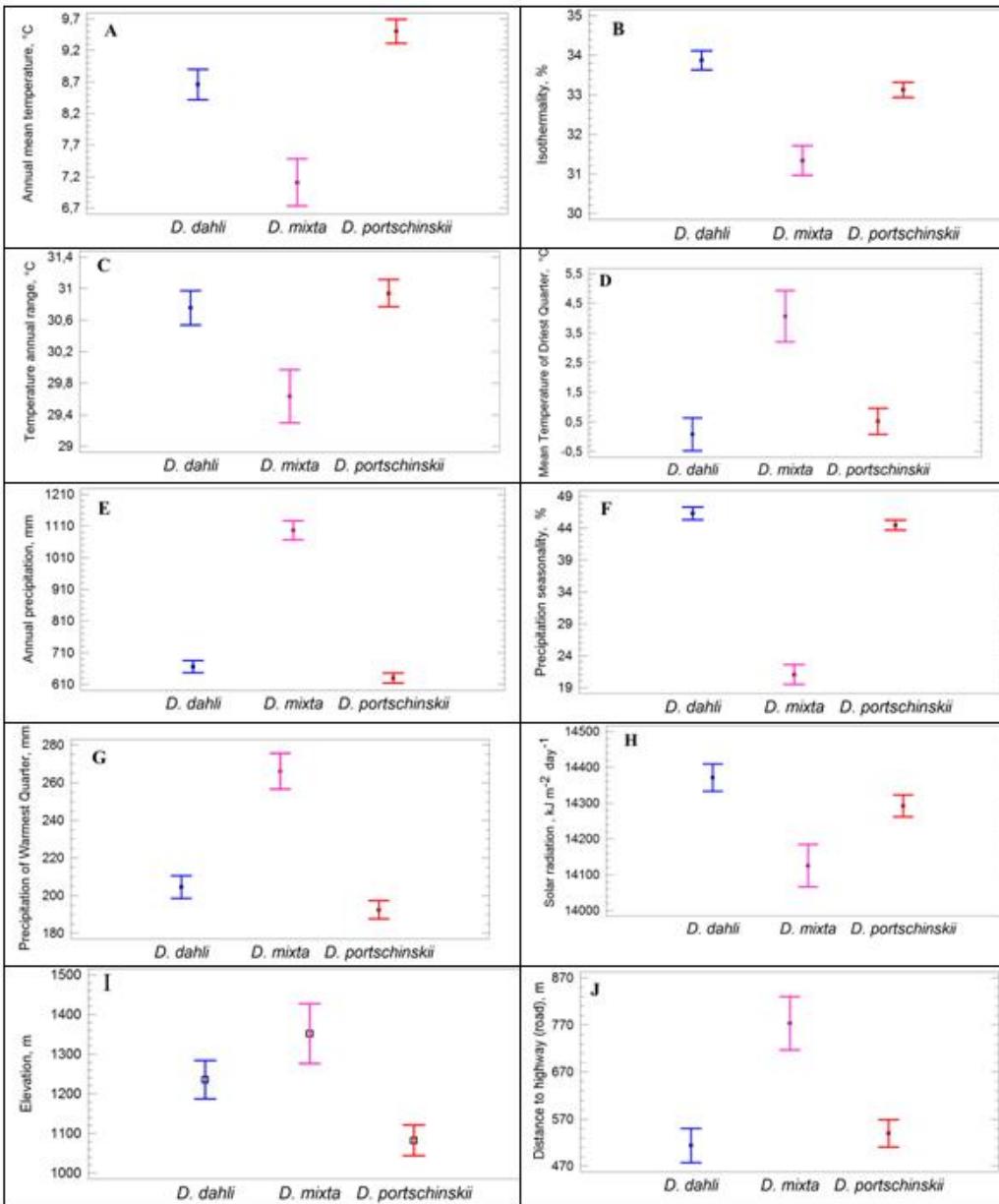
*D. Portschinskii* - *D. dahli* = 0.78 ( $MD + 2SD = 9.4$ )



Графическое представление сдвига центроида ниш партеновида *D. dahli* по отношению к материнскому виду *D. mixta* вдоль наиболее важных экологических градиентов. Красная стрелка указывает направление смещения ниш.

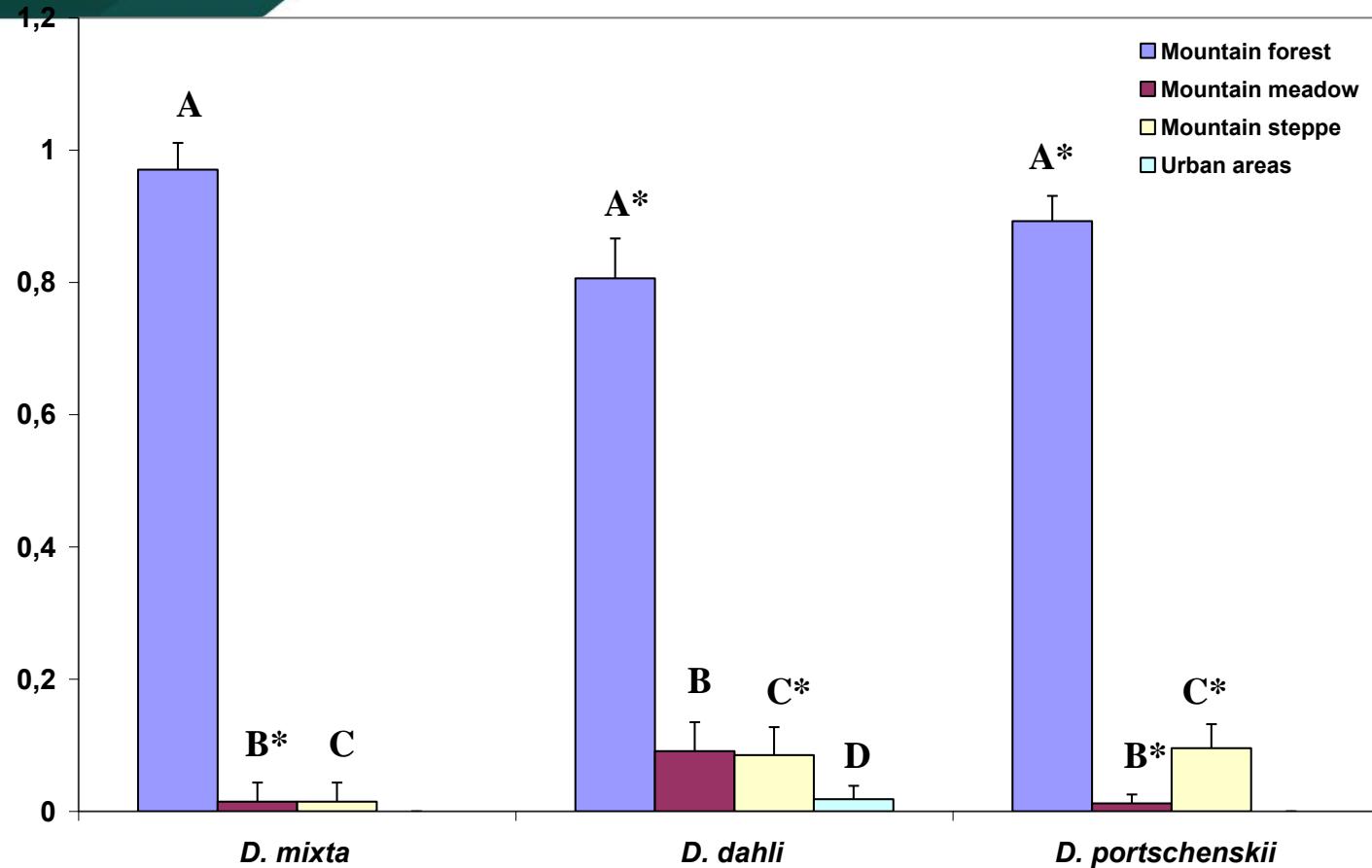


Графическое представление сдвига центроида ниш партеновида *D. dahli* по отношению к материнскому виду *D. mixta* вдоль наиболее важных экологических градиентов. Красная стрелка указывает направление смещения ниш.

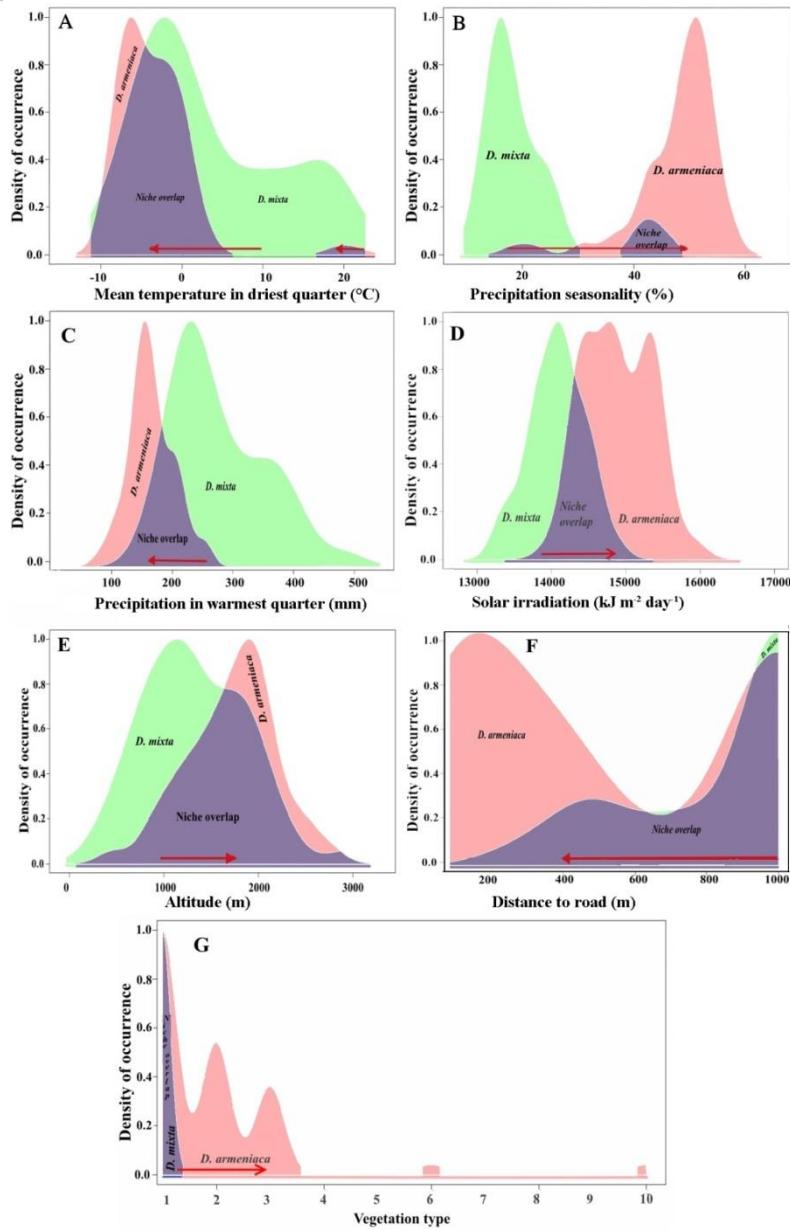


Положение центроидов экологических ниш изучаемых видов скальных ящериц вдоль градиентов среды с 95% Tukey HSD доверительными интервалами.

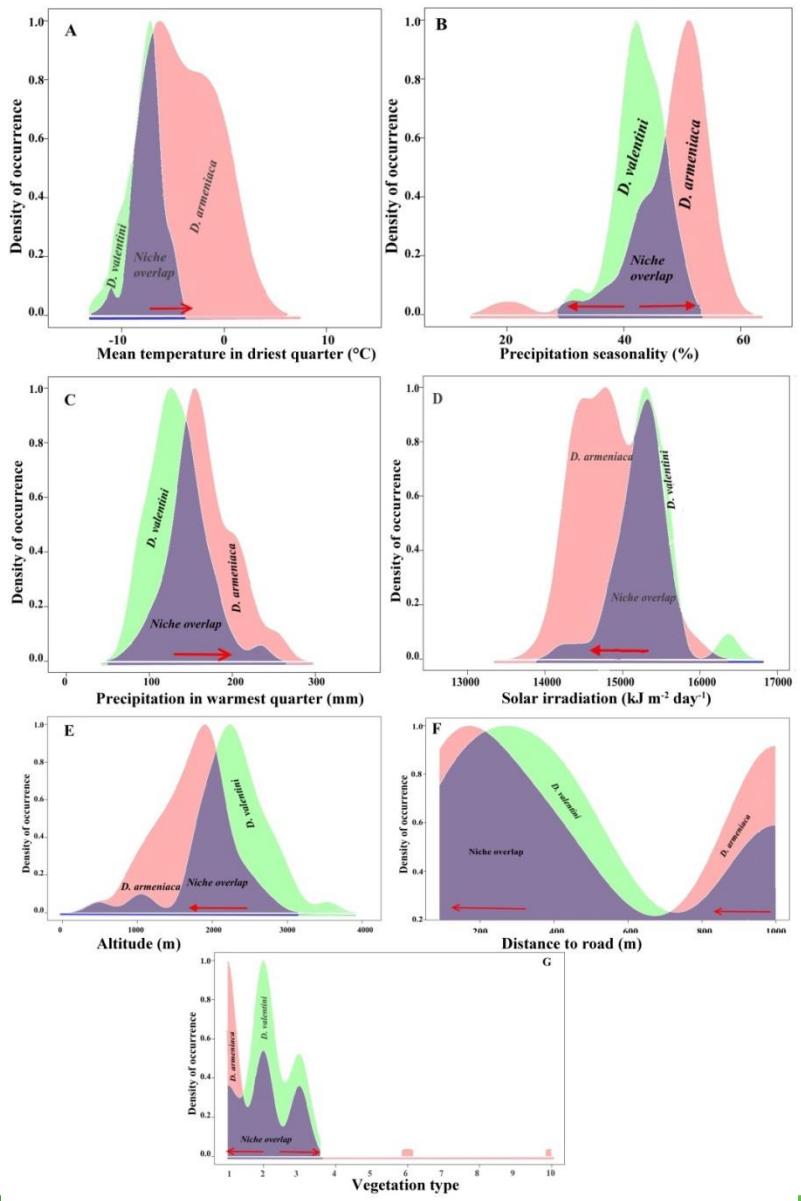
Результаты ANOVA представлены с использованием общей линейной модели (**GLM**). Значимые средние с помощью теста HSD Post hoc Tukey отмечены \*.



Пропорции предпочтительных типов растительности с 95% WALD доверительными интервалами. Множественное сравнение пропорций для каждого типа было выполнено с использованием хи-квадрата и TUKEY Post Нос теста. Отсутствие существенных различий между пропорциями обозначено \*



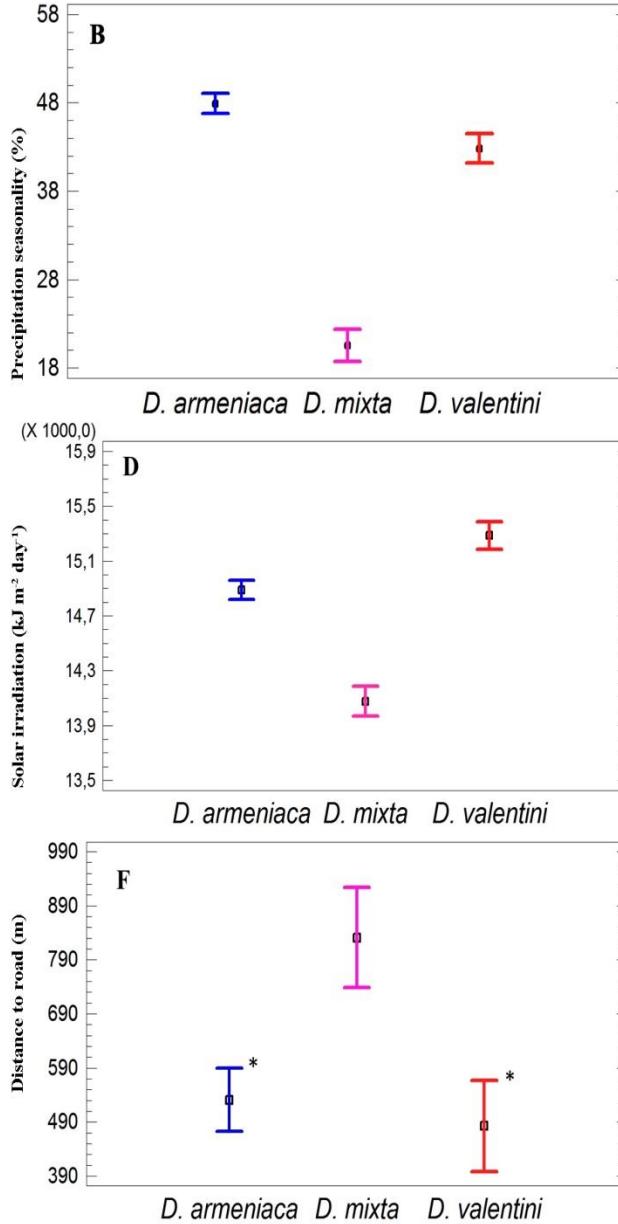
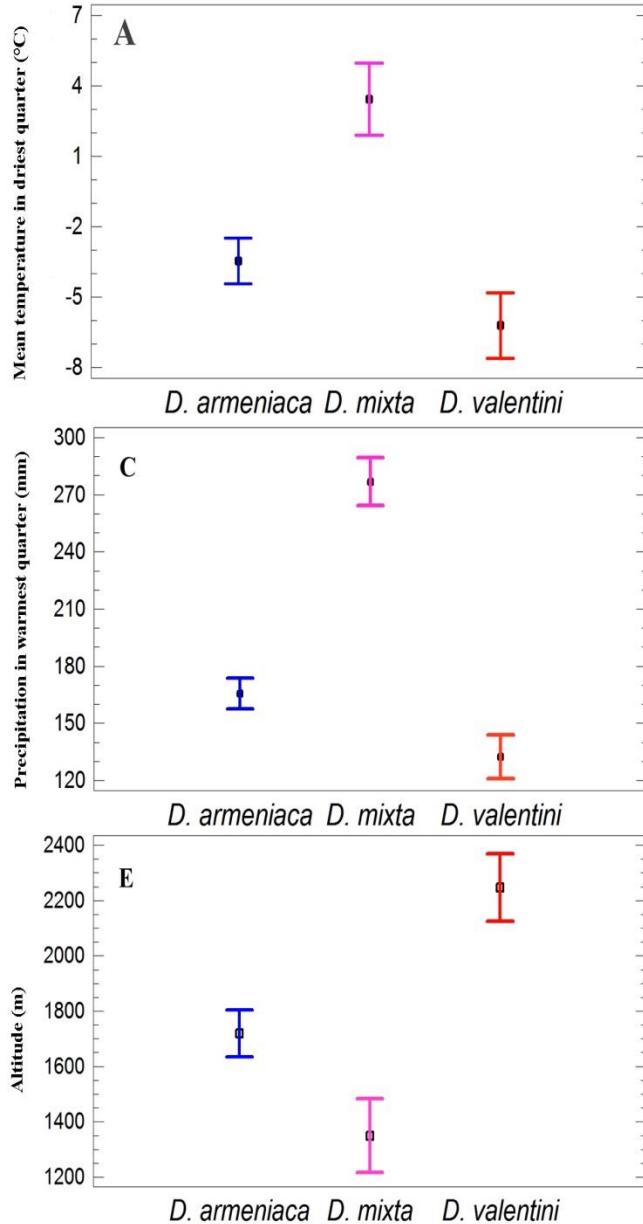
Графическое представление сдвига центроида ниш партеновида *D. armeniaca* по отношению к материнскому виду *D. mixta* вдоль наиболее важных экологических градиентов. Красная стрелка указывает направление смещения ниш.

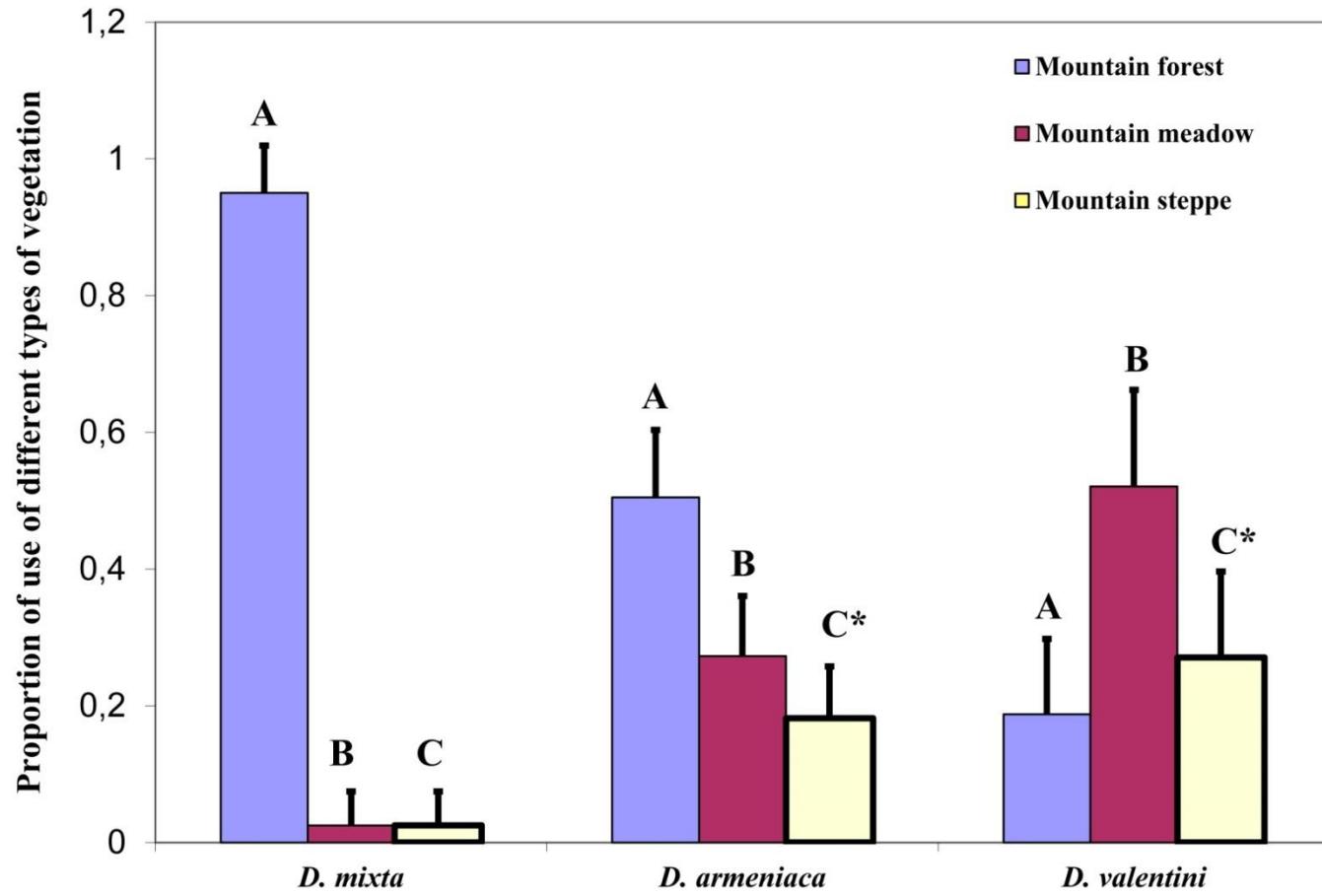


Графическое представление сдвига центроида ниш партеновида *D. armeniaca* по отношению к отцовскому виду *D. valentini* вдоль наиболее важных экологических градиентов. Красная стрелка указывает направление смещения ниш.

Положение  
центроидов  
экологических ниш  
изучаемых видов  
скальных ящериц  
вдоль градиентов  
среды с 95% Tukey  
HSD доверительными  
интервалами.

Результаты ANOVA  
представлены с  
использованием  
общей линейной  
модели (**GLM**).  
Значимые средние с  
помощью теста HSD  
Post hoc Tukey  
отмечены \*.





Пропорции предпочтительных типов растительности с 95% WILD доверительными интервалами. Множественное сравнение пропорций для каждого типа было выполнено с использованием хи-квадрата и TUKEY Post Нос теста. Отсутствие существенных различий между пропорциями обозначено \*

# Заключение

- В ходе исследования мы дополнили имеющиеся литературные данные собственными полевыми наблюдениями и исследовали влияние факторов среды на формирование экологических ниш и распространения видов в Закавказье.
- В этом исследовании мы создали модели распределения видов (ESM-SDM) и экологических ниш (ENM), чтобы предсказать потенциальные ареалы распространения партеногенетических видов *D. dahli*, *D. armeniaca* и его родительских видов (*D. valentini*, *D. portchinskii*, *D. mixta*), а также оценили ширину реализованных ниш, их перекрывания, сходства и сдвиги в пространстве предикторных переменных.
- Полученные результаты указывают, что центроиды ниш пяти видов расположены в поясе горных лесов. Материнский вид *D. mixta* преимущественно обитает в лесных биотопах на более высоких высотах, в холодном климате с низким уровнем солнечной радиации и более высоким уровнем осадков. Отцовский вид *D. portchinskii* обитает в нижней полосе горных лесов относительно в теплых и засушливых лесных и кустарниковых биотопах. Местообитания *D. valentini* характеризуются высокой солнечной радиацией, умеренным коэффициентом вариации и значением влажности теплого квартала в горно-луговых и горно-степных биотопах в субальпийской зоне.
- Партеновиды *D. dahli*, *D. armeniaca* имеют промежуточные требования к среде обитания по сравнению с родительскими видами, но по набору переменных отличается от родительских видов.
- Проверка выполнимости основных положений GP показала, что наличие большого количества зон симпатрии партеновида *D. dahli*, *D. armeniaca* с отцовскими видами *D. portchinskii*, *D. valentini*, и аллопатрическое обитание с материнским видом *D. mixta* в значительной степени согласуются с гипотезой GP.

**Осипов Ф. А., Бобров В.В., Дергунова Н.Н., Неймарк  
Л.А., Вергун А.А., Аракелян М.С., Петросян В.Г.**  
Экологическая и генетическая характеристики  
однополых и двуполых видов ящериц рода *Darevskia*

# Схема гибридного происхождения *Darevskia rostombekowi*

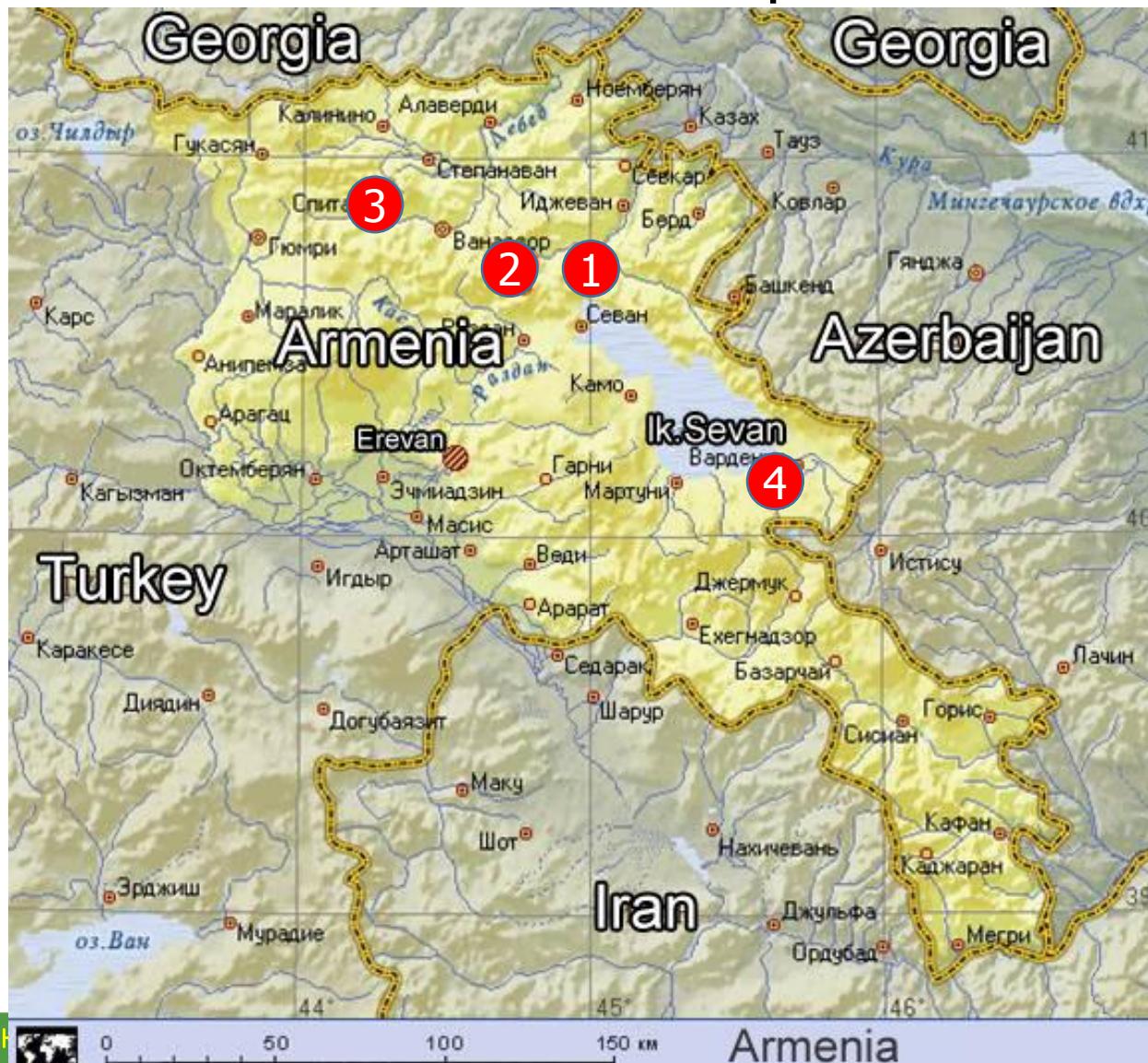


*Darevskia raddei* ♀  
Двуполый вид (2n)

*Darevskia rostombekowi* +  
Однополый вид (2n)

*Darevskia portschinskii* ♂  
Двуполый вид (2n)

# Места сбора генетического материала на территории Армении



- 1 – Гош;
- 2 – Папанино (окр. г. Диличан);
- 3 – Спитак
- 4 – Цовак(Загалу);



## Отобранные образцы:

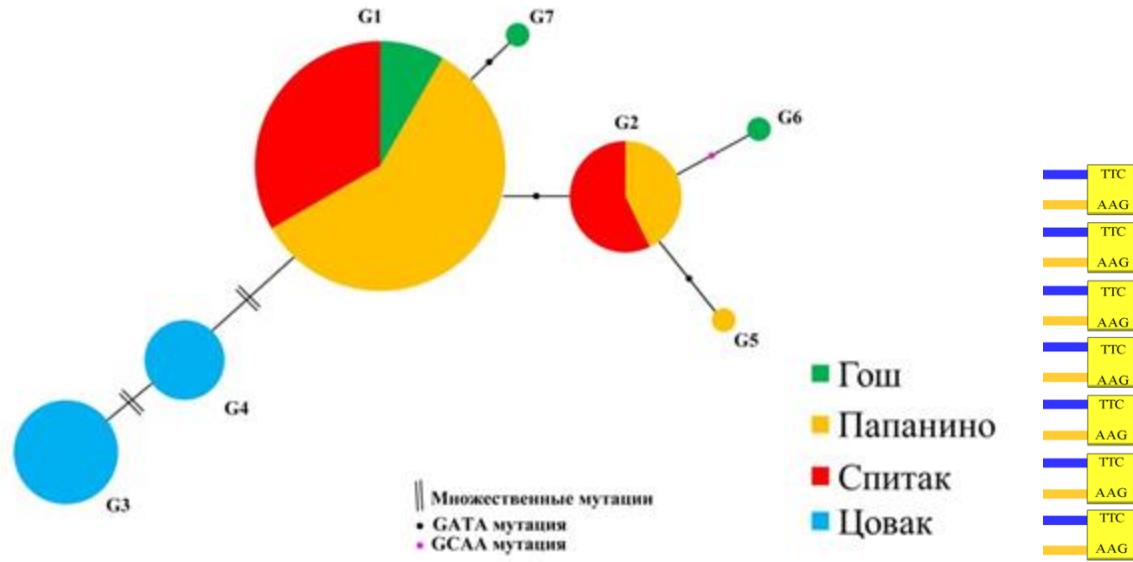
Вид	Количество особей	Количество популяций
<i>D.rostombekowi</i>	42	4
<i>D.raddei</i> (материнский вид)	65	13
<i>D.portschinskii</i> (отцовский вид)	27	2

## Методика:

Монолокусный PCR-анализ четырех микросателлитных локусов  
**Du215, Du281, Du323, Du47G** с последующим прямым секвенированием.

# Основные результаты

	Du215	D
1	-- (GATA)-(GCAA):11	TA (GATA)-(GAGAT)(G)
2	-- (GATA)-(GAT)(GATA):(GCAA):11	CG (GATA):10
3	-- (GATA)-(GAT)(GATA):(GCAA):11	TA (GATA)-(GAGAT)(G)
4	-- (GATA):10 (GCAA):11	CG (GATA):10
5	-- (GATA)-(GCA):11	TA (GATA)-(GAGAT)(G)
6	-- (GATA)-(GAT)(GATA):(GCAA):10	CG (GATA):10
7	-- (GATA)-(GCA):11	TA (GATA)-(GAGAT)(G)



- Впервые была установлена **мультиклональная генетическая структура** популяций данного вида (выявлено 7 генотипов (клональных линий), встречающихся с различной частотой и географическим распределением).
- Анализ 4 микросателлитных локусов у родительских видов и партеногенетического вида установил, что исследованные особи были образованы в результате **единичного акта гибридизации**. Остальные же клональные линии образовались в результате последующих мутаций.

**Результаты исследования представлены в публикациях:**

Ryskov A.P., Osipov F.A., Omelchenko A.V., Semyenova S.K., Girnyk A.E., Korchagin V.I., Vergun A.A., Murphy R.W. The origin of multiple clones in the parthenogenetic lizard species *Darevskia rostombekowi* // PLoS ONE. 2017. V12(9): e0185161.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185161>

Осипов Ф.А., Вергун А.А., Аракелян М.С., Петросян А.А., Неймарк Л.А., Петросян В.Г. Генетическая изменчивость и потенциальный ареал *Darevskia rostombekowi* (DAREVSKY, 1957) в Закавказье. Известия РАН, серия Биологическая (принята к публикации от 11.11.2019)

## *D.rostombekowi*

Индекс AUC	0.979 ± 0.011
Индекс Бойса	0.958 ± 0.004

Переменная	PC	PI
MeanTempDrQ-средняя температура сухой четверти года(°C),	20.1	31.5
HighWay-расстояние до дорог (м),	17.6	1.2
Sradmean– средняя солнечная радиация (КДж м <sup>-2</sup> день <sup>-1</sup> ),	15.7	17.9
PrecipCoefVar-коэффициент вариации осадков (%),	11.2	17.3
IsoTerm-изотермичность (%)	9.8	3.3
PrecWarmQ- сумма осадков в самой теплой четверти года (mm)	7.9	3.5
StdDivTemp-стандартное отклонение температур (°C),	4.2	18.3
Elevation-высота над уровнем моря (м)	4.7	5.7

## *D. portschinskii*

Индекс AUC	0.971 ± 0.011
Индекс Бойса	0.932 ( $\pm 0.004$ )

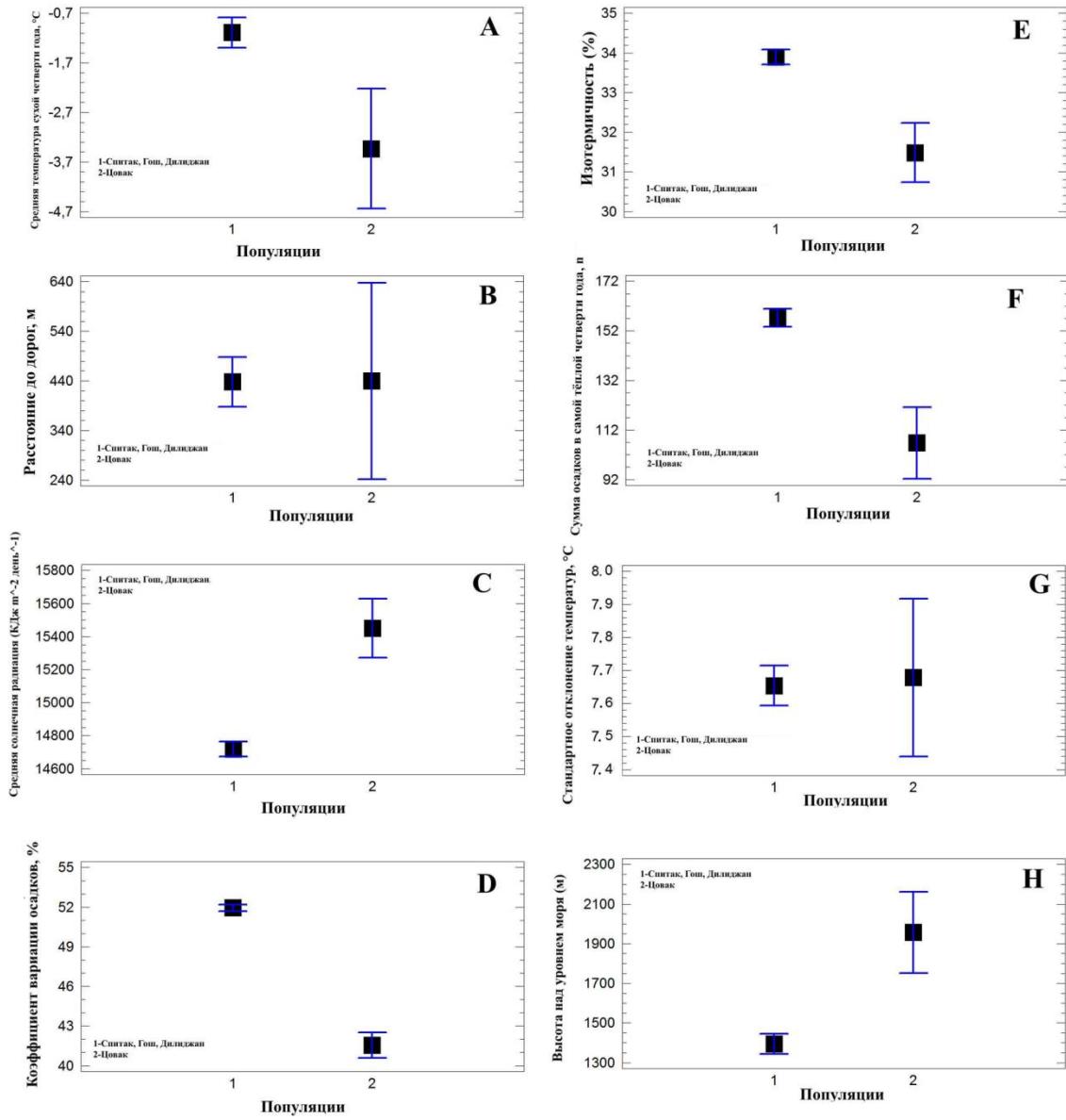
Переменная	PC	PI
MeanTempDrQ-средняя температура сухой четверти года(°C),	9.1	8.6
HighWay-расстояние до дорог (м),	5.4	0.1
Sradmean– средняя солнечная радиация (КДж м <sup>-2</sup> день <sup>-1</sup> ),	17.8	26.4
PrecipCoefVar-коэффициент вариации осадков (%),	3.9	4.3
IsoTerm-изотермичность (%)	12.6	21.9
PrecWarmQ- сумма осадков в самой теплой четверти года (mm)	32.7	23.3
Elevation-высота над уровнем моря (м)	6.6	1.8
Annual temperature range - Годовой диапазон температур (°C),	1.5	5.6
Vegetation type -тип растительности	5.1	1

## *D.raddei*

Индекс AUC	0.952 ± 0.011
Индекс Бойса	0.943 ( $\pm 0.004$ )

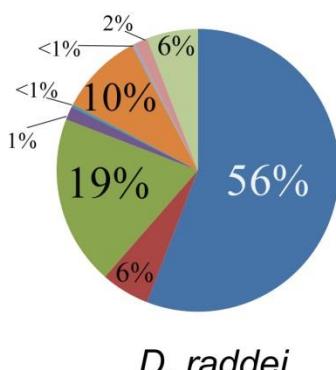
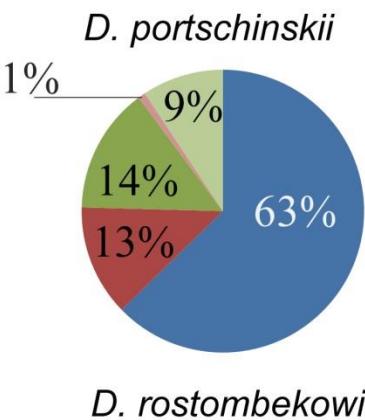
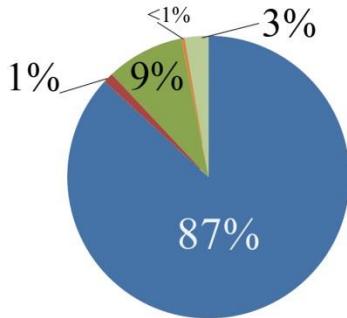
Переменная	PC	PI
MeanTempDrQ-средняя температура сухой четверти года(°C),	3.7	5.6
HighWay-расстояние до дорог (м),	24.8	3.3
Sradmean– средняя солнечная радиация (КДж м <sup>-2</sup> день <sup>-1</sup> ),	45.9	65.2
PrecWarmQ- сумма осадков в самой теплой четверти года (mm)	3.6	6.8
Elevation-высота над уровнем моря (м)	2.1	0.8
C_PColdQ - Осадки в самой холодной четверти года (мм)	2.3	7.6
C_MTWetQ - Средняя температура влажной четверти года (°C),	1.3	5.3

PC- процент вклада PI- процент перестановочной важности



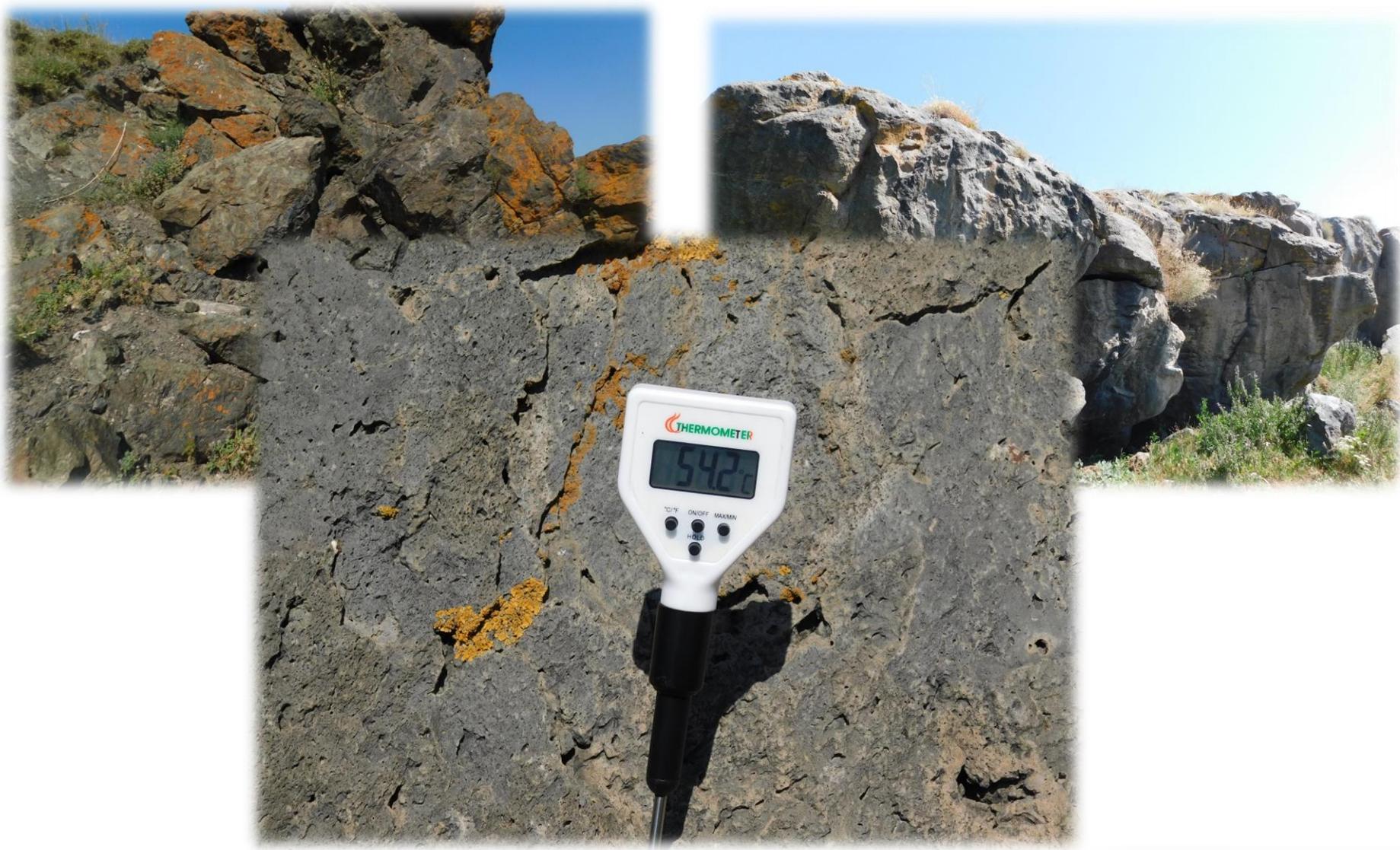
Сравнение средних значений предикторных переменных (центроидов) серверных популяций(1) и изолированной популяции Цовак(2). На графике представлены средние значения с 95 % доверительными интервалами Тьюки с использованием ANOVA GLM: **A** -  $F=6.9$ ;  $P= 0.01$ ; **B** -  $F=0.001$ ;  $P=0.99$ ; **C**-  $F=30.95$ ,  $P<<0.001$ ; **D** -  $F=212.8$ ,  $P<<0.001$ ; **E** -  $F=18.98$ ,  $P<<0.001$ ; **F**- $F=22.36$ ,  $P<<0.001$ ; **G**- $F=0.02$ ,  $P=0.89$ ; **H**- $F= 13.9$ ,  $P=0.0003$ .

# Использование биотопов



- Mountain forest zone (Зоны горных лесов)
- Mountain meadows (Горные луга)
- Mountain steppe (Горные степи)
- Arid mountain steppe (Горные аридные степи)
- Nival zone (Нивальная зона)
- Semi-desert (Полупустыня)
- Cultivated areas (Возделываемые территории)
- Alpine zone (Альпийские зоны)
- Urban areas (Урбанизированные территории)

# Характерные биотопы *D.rostombekowi*



# Характерные биотопы родительских видов

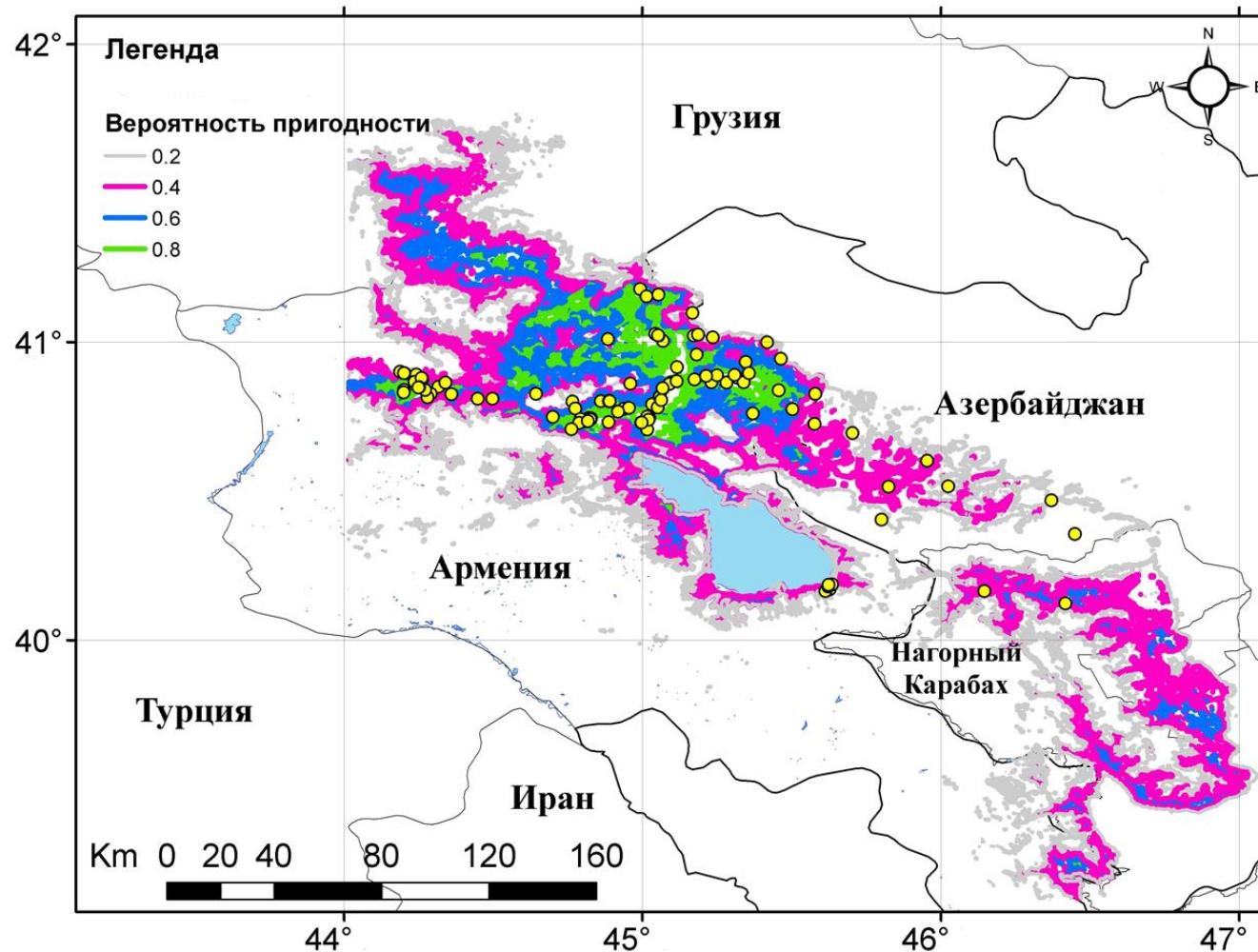


*D.raddei* (материнский вид)

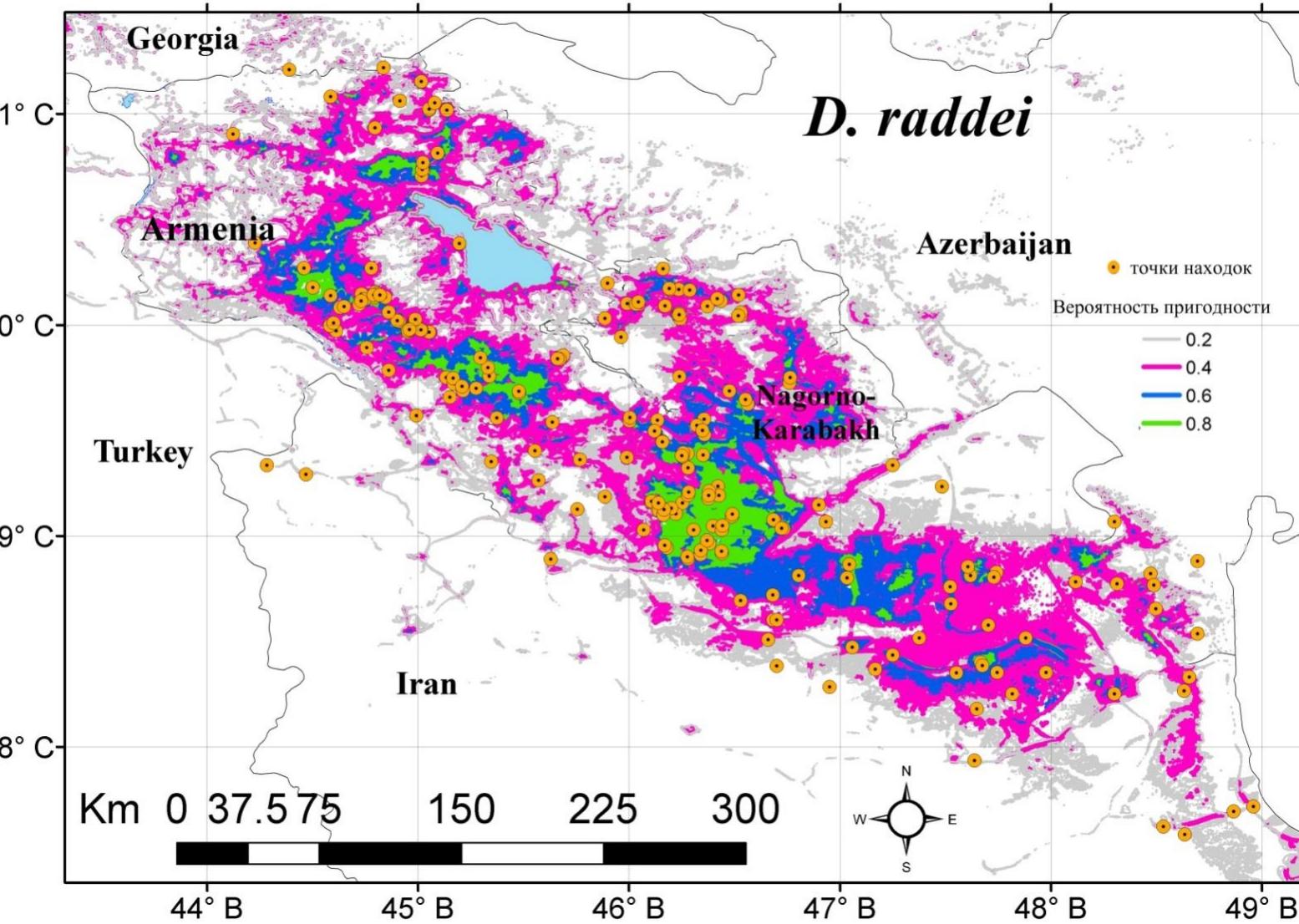


*D.potschinskii* (отцовский вид)





Карты распределения *D. rostombekowi*



# Заключение

- На основе анализа климатических, топографических и ландшафтных переменных среды впервые была построена карта потенциального ареала *D. rostombekowi*.
- Прогнозируемое в настоящее время распределение *D. rostombekowi* с выявило новые небольшие местообитания западной и северо-восточной части оз. Севан и восточной части Нагорного Карабаха, северной части Армении на границе с Грузией, где присутствие вида ранее не сообщалось в литературе.
- Анализ потенциального ареала и генетической структуры вида указали на различие изолированной популяции юго-востока оз. Севан и северных популяций в Армении. Эти различия выражаются как в сдвиге экологических ниш этих популяций относительно друг от друга, так и в различии установленных генотипов (клональных линий).
- Результаты этого исследования и отсутствие полифилетических форм могут указывать на его регрессию. Следовательно, оценка статуса сохранения вида представляется оправданной. Результаты ценные для содействия будущим исследованиям и могут использоваться для ориентации природоохранных организаций, с целью сохранения наиболее важных местообитаний изучаемого вида.



# Спасибо за внимание!

