

**Моделирование рисков  
распространения  
трансмиссивных заболеваний  
человека и их переносчиков  
для целей климатического  
обслуживания**

**Попов И.О., Ясюкевич В.В., Иголкина Е.Д.**

**Институт глобального климата и экологии РАН и Росгидромета  
Институт географии РАН**

**Моделирование распространения видов** (species distribution modelling) – набор методов и вычислительных алгоритмов, позволяющих определить зависимость географического распространения вида от условий окружающей среды.

Первые исследования — середина 1980-х годов.

Бурное развитие — с конца 1990-х.

**Синонимы:**

ecological niche modelling

predictive habitat distribution modelling

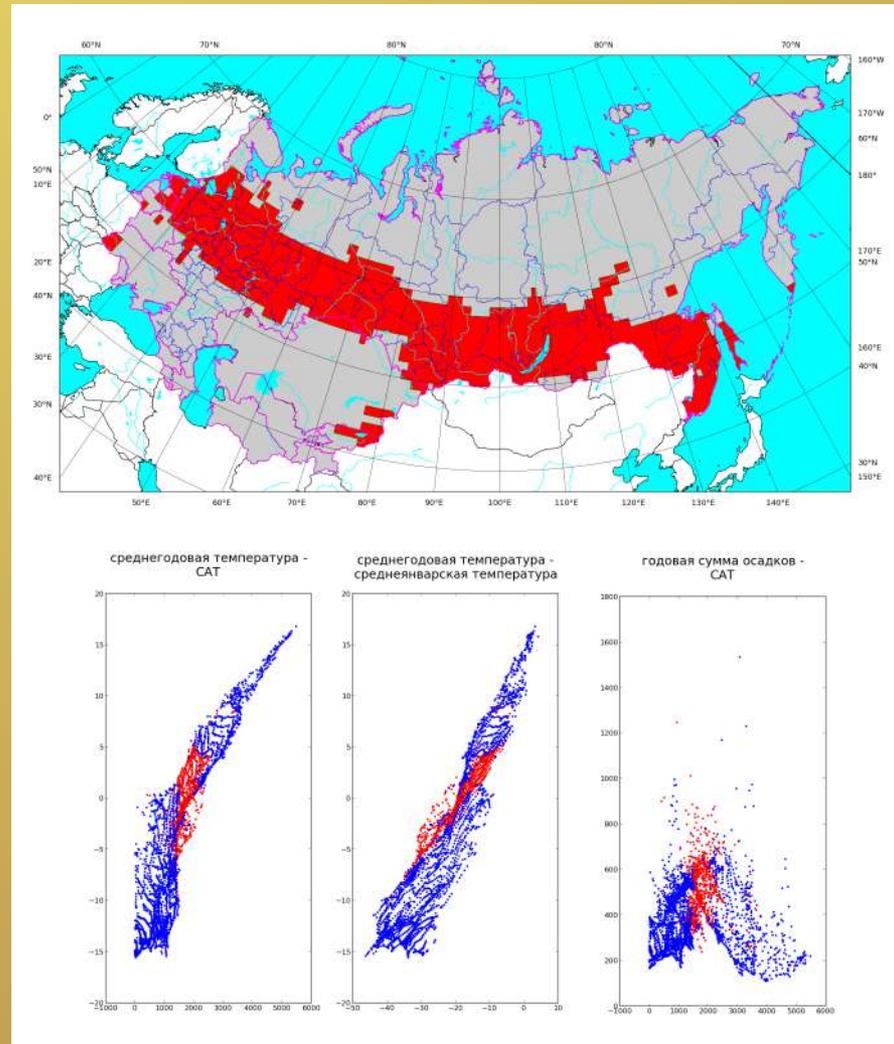
climate envelope modelling

Теоретическая основа — учение Эвелина Хатчинсона (George Evelyn Hutchinson) об экологической нише как области многомерного пространства экологических факторов, каждая точка представляет совокупность их значение, которая допускает устойчивое существование популяций (Hutchinson, 1957, 1978)

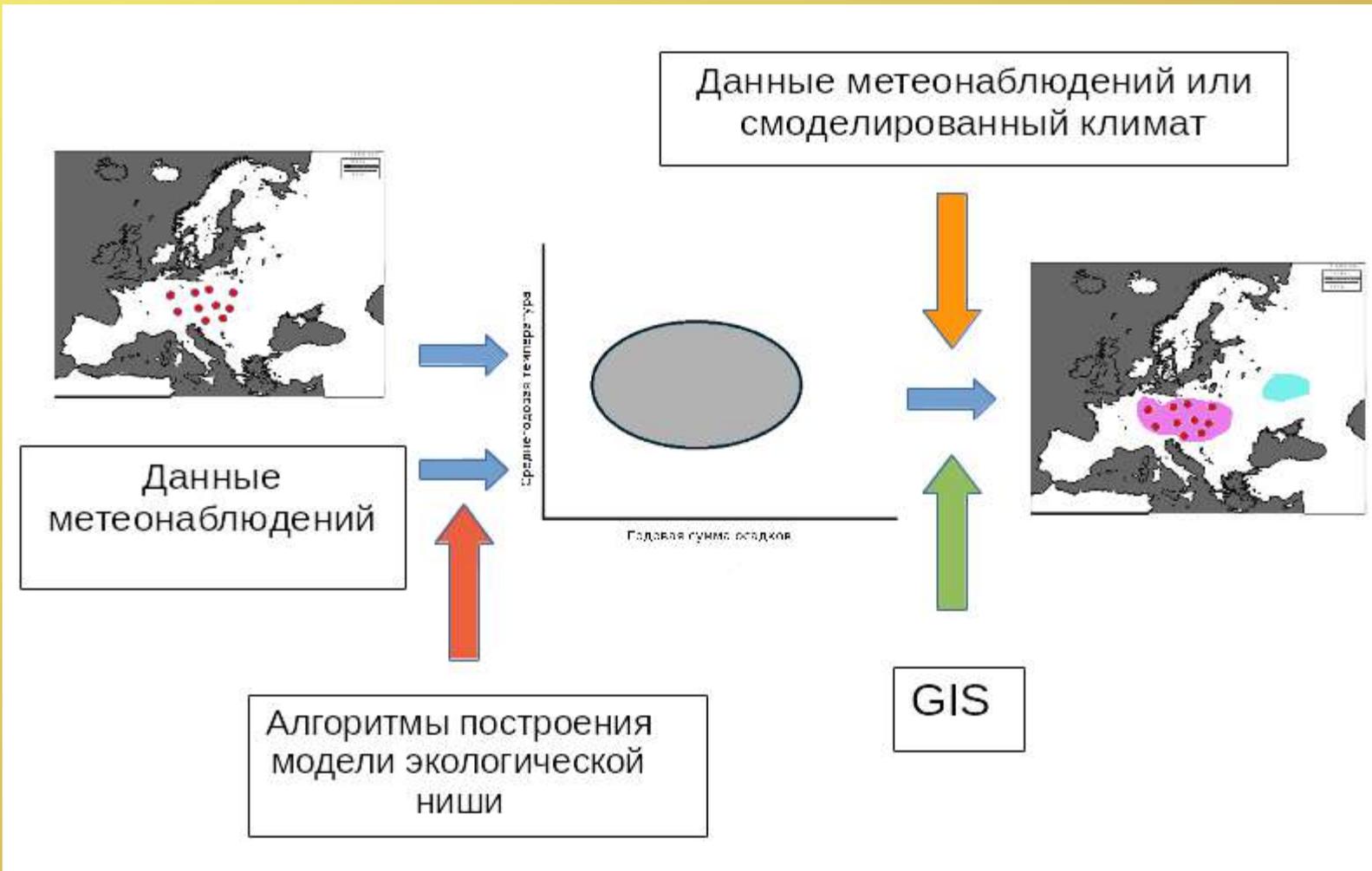
Каждой точке географического пространства  $G$  соответствует точка в пространстве экологических признаков  $E$  (Hutchinson dualism).

Знание о распространении вида и о пространственном распределении экологических факторов позволяет создать модель экологической ниши

$$F \leftarrow \hat{f}(\vec{e} \in E)$$



# Схема построения модели ареала



Специфика моделирования распространения трансмиссивных заболеваний – в наличии одного или нескольких переносчиков, участвующих в жизненном цикле возбудителя

Два подхода к моделированию:

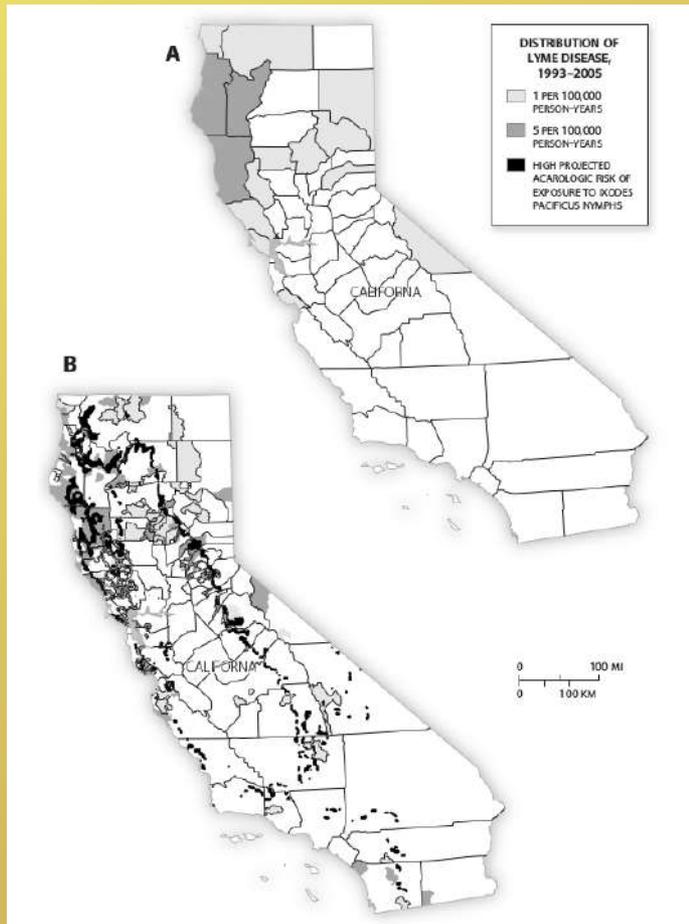
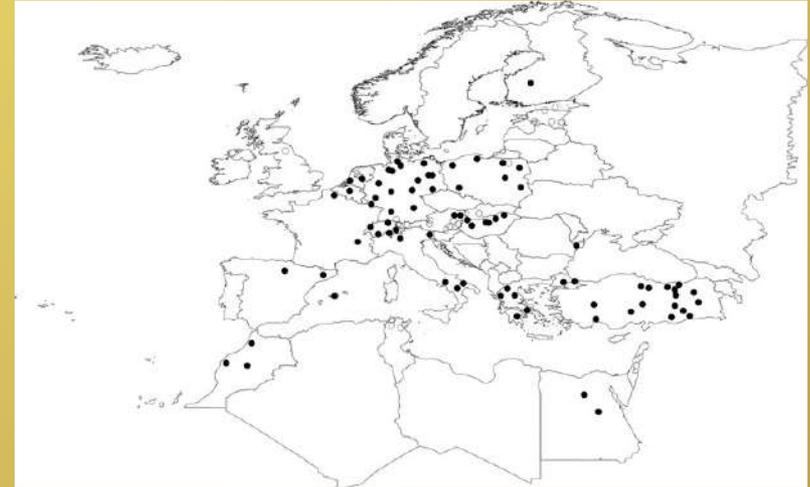
- компонентный подход — моделируется распространение всех участников жизненного цикла возбудителя, включая конечного хозяина, учитывается их комплементарность к возбудителю и т. п.;
- метод «черного ящика» – учитываются только случаи заболевания, вся система участников жизненного цикла возбудителя рассматривается как единое целое.

Типы данных о распространении видов:

«точечные» данные

атласы и карты

данные по регионам (полигоны)



## Данные об экологических факторах, участвующих в моделировании ареалов

### Основные:

- данные метеонаблюдений
  - температурные показатели
  - показатели уровня осадков
- результаты моделирования климата
- эдафические данные
- географические данные

### Дополнительные:

- данные о заселенности территорий
- данные об иммунизации населения

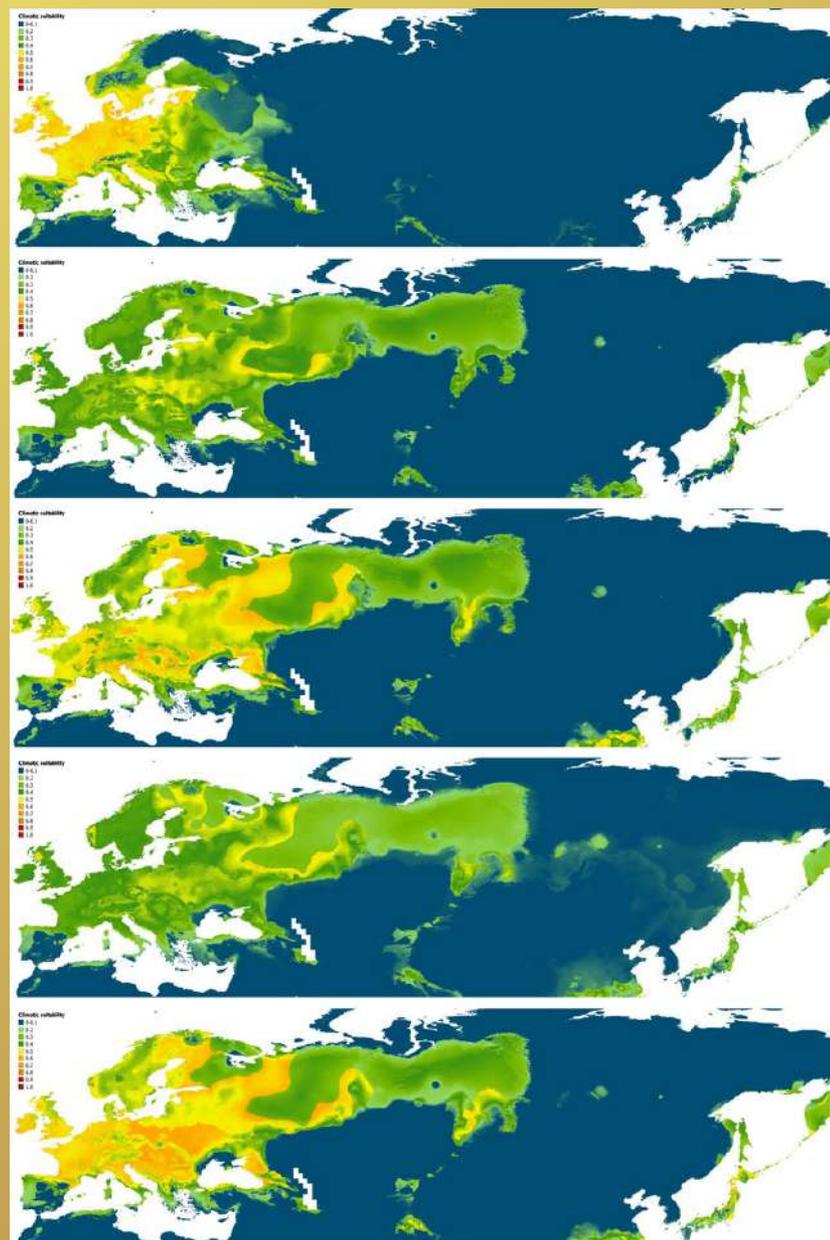
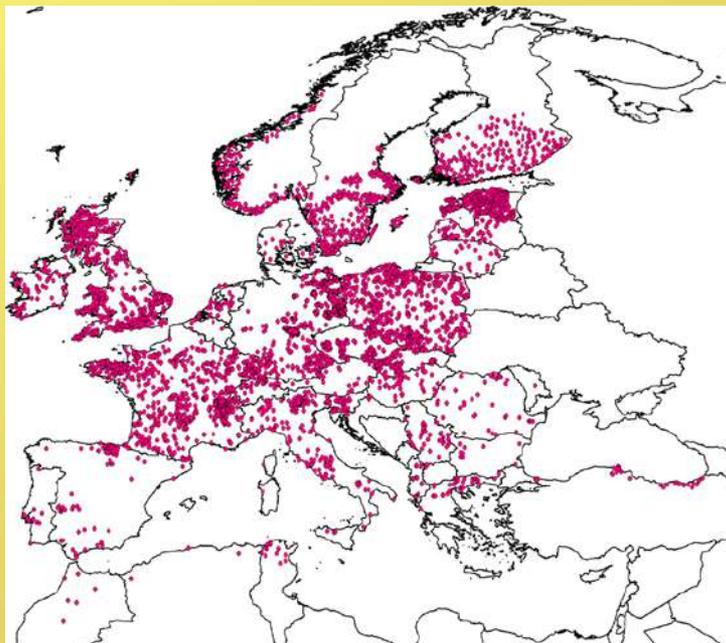
## Основные алгоритмы, применяемые для моделирования экологических ниш

Алгоритм	Тип данных о распространении (absence/presence vs presence only)	Оценка вероятности классификации
<b>BIOCLIM</b>	presence only	N
<b>Generalized linear model (GLM)</b>	presence only	N
<b>Generalized Additive Model (GAM)</b>	presence only	N
<b>Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS)</b>	presence only	N
<b>MAXENT</b>	presence only	Y
<b>Random Forest (RF)</b>	absence/presence	N
<b>Support Vector Machines (SVM)</b>	absence/presence	Y
<b>Boosted Regression Trees (BRT)</b>	absence/presence	N
<b>Artificial Neural Networks (ANN)</b>	absence/presence	N

# Применение экологического моделирования ареалов

- Идентификация неизвестных частей ареала
- Определение инвазионного потенциала вида
- Возможное изменение ареала в условиях меняющегося климата
- Прогноз влияние метеоусловий на эпидемиологические риски

Geographic distribution predicted by species distribution modelling for *Ixodes ricinus*. (a) Current conditions; (b-c) 2050, scenario A2 and B2, respectively; (d-e) 2080, scenario A2 and B2, respectively.



Porretta D., Mastrantonio V., Amendolia S., Gaiarsa S., Epis S., Genchi C., Bandi C., Otranto D., Urbanelli S. 2013. Effects of global changes on the climatic niche of the tick *Ixodes ricinus* inferred by species distribution modelling // Parasites & Vectors. 6:271. 8p.

## **Моделирование ареалов и климатическое обслуживание**

Предоставление заинтересованным организациям прогнозов рисков распространения трансмиссивных заболеваний и их переносчиков.

Получение данных о распространении возбудителей, переносчиков, случаях заболеваний, данных о вакцинациях и т. п.

Получение краткосрочных и среднесрочных метеорологических и климатических прогнозов .

**Спасибо за внимание**