

## ECOLOGICAL MODELING OF *LOCUSTA MIGRATORIA* L. BREEDING CONDITIONS IN SOUTH-EASTERN KAZAKHSTAN

**D. V. Malakhov**

National Center for Space Research and Technology, Almaty, 050010, Republic of Kazakhstan

E-mail: d\_malakhov\_73@mail.ru

**N. Yu. Tsychuyeva**

National Center for Space Research and Technology, Almaty, 050010, Republic of Kazakhstan

E-mail: d\_malakhov\_73@mail.ru

**V. E. Kambulin**

Zhyembayev's Institute of Plant Protection and Quarantine, Almaty, 040920, Republic of Kazakhstan

E-mail: d\_malakhov\_73@mail.ru

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ РАЗМНОЖЕНИЯ ПЕРЕЛЕТНОЙ САРАНЧИ (*LOCUSTA MIGRATORIA* L.) В ЮГО-ВОСТОЧНОМ КАЗАХСТАНЕ<sup>1</sup>

**Д. В. Малахов**

Национальный центр космических исследований и технологий, Алма-Ата, 050010, Казахстан

E-mail: d\_malakhov\_73@mail.ru

**Н. Ю. Цычуева**

Национальный центр космических исследований и технологий, Алма-Ата, 050010, Казахстан

E-mail: d\_malakhov\_73@mail.ru

**В. Е. Камбулин**

Институт защиты и карантина растений им. Ж. Жиембаева, Алма-Ата, 040920, Казахстан

E-mail: d\_malakhov\_73@mail.ru

**Abstract.** *Background.* The method of ecological niche modeling (ENM) was applied to reconstruct the nesting conditions of one of the most widely-known pest species, *Locusta migratoria asiatica*, with a focus of nesting in Balkhash-Alakol basin. The ENM uses a set of input environmental variables to analyze and select the key factors from the entire input set. The key factors are the climatic variables which define the wellbeing of an organism; and the range of these variables may be calculated with statistical and GIS approaches. *Materials and methods.* The method of ENM used in current paper is referred to as “presence-only” since it utilizes the known localities of the animal (in our study, egg-clutches) to develop a model. The model outlines the area where the successful development of locust egg-boxes is most probable, rather than the actual nesting area. Further analysis of the identified key variables allows definition of the most vulnerable stages of the locust life-cycle. *Results.* The most important factors, influencing the development of the locust over its life-cycle, are: the ambient air temperature; the temperature of the soil during the cold season of the year; and soil moisture. The locust is an ectotherm organism, which has a restricted ability to regulate its body temperature; and the ambient temperature thus serves as a major factor affecting the animal's behavior. Wintering egg-boxes are immobile and face even more environmental challenges than nymphs or adults do. The soil temperature may not depend upon a single variable, like the air temperature, but is a function of the complex relationship between the thermal properties of the air and soil. The process of the energy flux between soil and atmosphere includes many factors, particularly related to soil-moisture content and the physical properties of the soil. The analysis of key variables should not be performed without an understanding of the complex relationships between the abiotic components of the environment. *Conclusions.* Comparative analysis of published data on locust adult and embryo physiology and key-variables, revealed by the model, confirmed the usefulness of the ENM approach for the study of the ecological peculiarities of a living species. Further development of this model with additional variables, gathered with remote sensing, should result in a probabilistic forecasting model aimed to withstand the locust outbreaks.

**Key words:** Asiatic locust, breeding sites, ecological niche model.

**Аннотация.** *Общие положения.* Метод моделирования экологической ниши (МЭН) применялся для воссоздания условий гнездования одного из наиболее широко известных видов вредителей, а именно перелетной азиатской саранчи *Locusta migratoria asiatica*, особое внимание уделялось ареалу гнездования в Балхаш-Алакольском бассейне. Метод МЭН основан на использовании вводных экологических переменных для анализа и выбора ключевых факторов из всей совокупности значений входных данных. Ключевыми факторами являются климатические переменные, определяющие состояние организма. Расчет диапазона этих переменных может производиться исходя из статистических подходов и подходов, базирующихся на системе обработки географической информации. *Материалы и методы.* В настоящей статье метод МЭН обозначается только в качестве фактического, поскольку для разработки модели используются известные места обитания животных (в данном исследовании, кладки яиц). Модель описывает область, где кладки яиц саранчи развиваются успешно с наибольшей вероятностью, а не фактическую площадь гнездования. Дальнейший анализ идентифицированных ключевых переменных позволяет определить наиболее уязвимые стадии жизненного цикла саранчи. *Результаты.* Важнейшими факторами, влияющими на развитие саранчи в течение ее жизненного цикла, являются: температура окружающего воздуха; температура почвы в холодное время года; и влажность почвы. Саранча – это холоднокровный организм, который обладает ограниченной способностью к регуляции температуры тела, тем самым температура окружающей среды является основным фактором, влияющим на поведение животного. Зимующие кладки яиц являются неподвижными, в связи с чем они сталкиваются с большим количеством природных факторов, чем личинки или взрослые особи. Температура почвы не может зависеть от одной переменной, например, температуры воздуха, она определяется на основе сложной взаимосвязи между термическими параметрами воздуха и почвы. Процесс обмена энергией между почвой и атмосферой определяется множеством факторов, особенно связанных с содержанием влаги в почве и физическими свойствами почвы. Для анализа ключевых переменных необходимо понимание сложной взаимосвязи между абиотическими компонентами среды. *Выводы.* Сравнительный анализ опубликованных данных о физиологии саранчи, физиологии зародышей и ключевых переменных, выявленных на основе применения модели, подтвердил полезность подхода МЭН для изучения экологических особенностей биологических видов. Результатом дальнейшей разработки модели с дополнительными переменными, собранными с помощью дистанционного зондирования, должна стать модель вероятностного прогнозирования, направленная на предотвращение нашествий саранчи.

**Ключевые слова:** Азиатская саранча, места размножения, модель экологической ниши.