

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

НАО «КОСТАНАЙСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АХМЕТА БАЙТУРСЫНОВА»

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ УМИРЗАКА СУЛТАНГАЗИНА

АЗИЯ ДАЛАЛАРЫНДАҒЫ БИОЛОГИЯЛЫҚ ӘРТҮРЛІК

*IV халықаралық ғылыми конференцияның материалдары
(Қазақстан Республикасы, Қостанай қ., 2022 жылдың 14 сәуірі)*



БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ АЗИАТСКИХ СТЕПЕЙ

*Материалы IV международной научной конференции
(14 апреля 2022 г., Костанай, Казахстан)*

BIOLOGICAL DIVERSITY OF ASIAN STEPPES

*Proceedings of the IV International Scientific Conference
(April 14, 2022, Kostanay, Kazakhstan)*

Костанай 2022

УДК 502/504

ББК 20.18

А 30

коллективный труд

А 30 Азия далаларындағы биологиялық әртүрлілік IV халықар. ғыл. конф. Материалдары (Қазақстан Республикасы, Қостанай қ., 2022 жылдың 14 сәуірі) / ғылыми редакторлары Т.М. Брагина, Е.М. Исакаев. – Қостанай: А. Байтұрсынов атындағы ҚОУ, 2022. – 482 с.

Биологическое разнообразие азиатских степей: Материалы IV междунар.научн. конф. (14 апреля 2022 г., г. Костанай, Казахстан) / под научн. редакцией Т.М. Брагиной, Е.М. Исакаева. – Костанай: КПУ им.А.Байтұрсынова, 2022. – 482 с.

Biological Diversity of Asian Steppe. Proceedings of the III International Scientific Conference (April 14, 2022, Kostanay, Kazakhstan) /science editors Т.М. Bragina, Ye. M. Isakaev. – Kostanay: A. Baitursynov KRU, 2022. – 482 pp.

ISBN 978-601-356-141-7

**РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ
РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Жауапты редакторлары:

Брагина Т.М., биология ғылымдарының докторы, профессор

Исакаев Е.М., биология ғылымдарының кандидаты, доцент

Исмуратова Г.С., экономика ғылымдарының докторы, профессор

Ахметов Т.А. педагогика ғылымдарының кандидаты, профессор

Редакция алқасының мүшелері

Баубекова Г.К., педагогикалық білім магистрі; **Рулёва М.М.**, биология магистрі; **Суюндикова Ж.Т.**, биология магистрі; **Бобренко М.А.** биология магистрі; **Коваль В.В.** география магистрі; **Омарова К.И.** география магистрі.

В сборнике опубликованы материалы IV Международной научной конференции «Биологическое разнообразие азиатских степей». В докладах рассмотрены итоги исследований и перспективы сохранения биологического разнообразия степных экосистем, островных и ленточных лесов и водно-болотных угодий степной зоны Евразии, охраны природных территорий и популяций видов особого природоохранного значения, формирования экологической сети и вклада вузов в изучение биоразнообразия, вопросы интеграции естественных наук и образования. Книга предназначена для ученых и практиков, работающих в области изучения и сохранения биологического разнообразия, преподавателей вузов, аспирантов, студентов, работников природоохранных учреждений.

УДК 502/504

ББК 20.18

*Рекомендовано к изданию Ученым советом
Костанайского регионального университета им.А.Байтұрсынова*

*За достоверность предоставленных в сборнике сведений и использованной
научной терминологии ответственность несут авторы статей*



© Костанайский региональный университет
им.А.Байтұрсынова, 2022

© Научно-исследовательский центр проблем
экологии и биологии, 2022

irtyschensis может быть альтернативно отнесен к *Amphimachairodus* и *Homotherium* соответственно. Однако потребуются дополнительные исследования, чтобы лучше установить их принадлежность к роду [7].

Представители отряда Carnivora являются одной из наименее изученных групп крупных ископаемых млекопитающих, что отчасти объясняется более редкой встречаемостью и плохой по сравнению с копытными сохранностью костей этих животных. В настоящее время хищники представляют интерес главным образом при решении ряда теоретических вопросов биологии – общих проблем теории эволюции, филогенетики, истории развития животного мира. Однако при условии достаточной изученности, прежде всего вопросов систематики и филогении, хищные млекопитающие не менее других наземных позвоночных могут использоваться для целей биостратиграфии и палеогеографии. Данная группа особенно перспективна для корреляции континентальных отложений отдаленных регионов. Это объясняется особенностями экологии хищников, которые по сравнению с другими млекопитающими меньше связаны с ландшафтными и климатическими зонами.

Список литературы:

1. Orlov Y.A. *Semantor macrurus* (ordo Pinnipedia, fam. Semantoridae fam.nova) aus den Neogenablagerungen Westsiberiens. 1933.
2. Век млекопитающих – *Semantor age-of-mammals.ucoz.ru/index/semantor/*
3. Орлов Ю.А. Сибирь и Африка (Гиппарионовая фауна):// В мире древних животных (очерки по палеонтологии позвоночных). – М.: Издательство АН СССР, – 1961. – 19-56 с.
4. P. Montoya, J. Morales, F. Robles, J. Abella, J. V. Benavent, M. D. Marín, F. J. Ruiz Sánchez. Las nuevas excavaciones (1995-2006) en el yacimiento del Mioceno final de Venta del Moro, Valencia//*Estudios Geológicos*, –Vol.62, Is.1– 2006. – P. 313-326.
5. Сотникова М.В. Новый вид *Machairodus* из позднемиоценового местонахождения Калмакпай в Восточном Казахстане (СССР)//АН. Зоол. – Вып. 28 – 1992– С. 361-369 .
6. Сотникова М.В., Q.-Q. Shi, J.-Y. Liu. Новый вид *Machairodus horribilis* из позднемиоценового местонахождения Калмакпай в Восточном Казахстане (СССР)//АН. Зоол. . – Вып. 28 – 1992.– С.361-369 .
7. Joan Madurell-Malapeiraa, Josep M. Robles, Isaac Casanovas-Vilar, Juan Abellaa, Pau Obradóa, David M. Albaa. The scimitar-toothed cat *Machairodus aphanistus* (Carnivora: Felidae) in the Vallès-Penedès Basin (NE Iberian Peninsula)// *Comptes Rendus Palevol.* – Vol. 13, Is. 7 – 2014. – P. 569-585.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОГНОЗА БЛАГОПРИЯТНЫХ МЕСТ ОБИТАНИЯ НЕСТАДНЫХ САРАНЧОВЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ В ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ РАЙОНАХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

*Application of GIS-technologies for predicting habitat suitability
of non-gregarious locust pests in agricultural areas of Northern Kazakhstan*

К. С. Байбусенов, Ж. З. Аманбай
K. S. Baibussenov, Zh. Z. Amanbay

*Казахский агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина,
Нур-Султан Казахстан*

Аннотация. ГАЗ және ГЛОНАСС/GPS-технологиялар сияқты инновациялық технологияларды қолдану зиянды шегірткелердің қолайлы мекендейтін жерлерін дәл анықтауға және болжауға, деректерді жедел жеткізу, егінді қорғау бойынша ұтымды шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді.

Зерттеудің мақсаты – Солтүстік Қазақстанның егіншілік аудандарында қорғау шараларының тиімділігін арттыру және қауіпті зиянкестер келтіретін залалды болдырмау үшін саяқ шегірткелі зиянкестер мекендейтін қолайлы орындарды анықтау және болжау үшін ГАЖ-технологиялар әдістерін қолдану.

Түйінді сөздер: зиянды саяқ шегірткелер, ГАЖ-технологиялар, болжам беру, Солтүстік Қазақстан.

Аннотация. С применением инновационных технологий, таких как ГИС и ГЛОНАСС/GPS-технологий открывается возможность точного выявления и прогноза благоприятных мест обитания вредных саранчовых, оперативной передачи данных, принятия рациональных решений по защите урожая. Цель исследований – применение методов ГИС-технологий для установления и прогноза благоприятных мест обитания нестадных саранчовых вредителей для повышения эффективности защитных мероприятий и предотвращения ущерба от опасных вредителей в земледельческих районах Северного Казахстана.

Ключевые слова: нестадные саранчовые вредители, ГИС-технологии, прогноз, Северный Казахстан.

Abstract. Innovative agricultural technologies such as GIS and GLONASS/GPS technologies are being diligently developed. It becomes possible to identify accurately and predict habitat suitability for harmful locust pests, promptly transmit data, and make rational decisions to protect crops. The purpose of the research is to use GIS technology methods for establishing and predicting habitat suitability of non-gregarious locust pests to increase the effectiveness of protective measures and prevent damage from dangerous pests in agricultural areas of Northern Kazakhstan.

Key words: non-gregarious locust pests, GIS technologies, prediction, Northern Kazakhstan.

Введение. Саранчовые вредители являются особо опасными вредителями экономически важных сельскохозяйственных растений в различных странах мира [1, с.9]. Данные вредители способны периодически размножаться под воздействием различных факторов и нанести ущерб урожаю катастрофического характера [2, с. 164]. По данным ФАО, в странах Центральной Азии, в том числе и в Казахстане, почти ежегодно происходит массовое размножение тех или иных видов саранчовых вредителей [3]. Комплекс нестадных саранчовых вредителей представляет серьезную угрозу для АПК республики, а в северных земледельческих районах является дестабилизирующим фактором производства пастбищных растений и сельскохозяйственных культур [4, с.189].

Естественные сельскохозяйственные угодья являются резервуаром для нестадных саранчовых. В связи с чем, непосредственно близкое расположение посевов сельскохозяйственных культур к пастбищным участкам делает благоприятным для заселения данными фитофагами. В большинстве случаев это связано со складывающимися положительными условиями для их размножения. В частности, изменение структуры посевных площадей и сокращение пашенных земель привело к массовому размножению изучаемых вредителей и соответственно увеличению пестицидных обработок [5, с.6-8].

Анализ мировой акридологической литературы по саранчовым показывает, что в северных штатах США и Канаде, в странах где климатические условия схожи с северной частью Казахстана, преобладающие виды нестадных саранчовых *Schistocerca americana*, *Melanoplus differentialis* и *Schistocerca nitens* характеризуются высокой вредоносностью, а ежегодный урон сельскохозяйственным угодьям достигает в 20-30 % [6, с. 162]. По оценкам специалистов, на севере США вредные нестадные саранчовые ежегодно наносят экономический ущерб сельскому хозяйству в 400 млн. USD [7, с. 11-12].

Ранее учеными проведены всесторонние исследования по вредным стадным саранчовым [8, с.17-18]. Также, выполнены исследования по изучению ряда проблем по определению фаунистических, биологических особенностей нестадных саранчовых [9, с. 268]. В настоящее время не достаточно изучены вопросы по совершенствованию и инновации

методов фитосанитарного контроля, прогнозированию численности и управления популяциями вредных нестадных саранчовых.

Цель исследований – применение методов ГИС-технологий для установления и прогноза благоприятных мест обитания нестадных саранчовых вредителей для повышения эффективности защитных мероприятий и предотвращения ущерба от опасных вредителей в сельскохозяйственных районах Северного Казахстана.

Данные исследования выполнены в рамках финансируемого научного гранта – *ИРН АР08052747* «Фитосанитарный контроль за нестадными саранчовыми в сельскохозяйственных районах Северного Казахстана на основе инновации ГИС-технологий и методов дистанционного зондирования Земли» на 2020-2022 гг. Комитета науки МОН РК.

Методы исследований. Учет численности и распространения, изучение фенологии, вредоносности саранчовых проводились по общепринятым методикам [10-13]. В целях определения экологических ниш исследуемых саранчовых собираются данные ДЗЗ за многолетний период в виде космических снимков, климатические данные, исторические данные по массовым размножениям саранчовых, данные о рельефе местности, данные о почве. В качестве данных ДЗЗ используются космические снимки из спутников TERRA и Aqua (MODIS). Климатические данные были получены из источников Bioclim. По результатам анализа будут уточнены критерии метеопараметров, при которых развиваются саранчовые [14, с. 2-7]. Важным этапом разработки методики фитосанитарного контроля нестадных саранчовых является создание модели распространения вида с использованием платформы MaxEnt в системе ГИС-Технологий [15-16].

Результаты исследований и их обсуждение. Если подходить с практической и производственной точки зрения, то все мониторинговые работы по нестадным саранчовым ведутся одновременно по комплексу вредоносных видов для сельского хозяйства. Согласно литературных источников и наших собственных наблюдений [4, с. 190-195; 9, с. 269-270], комплекс вредных нестадных саранчовых, дестабилизирующий производство сельскохозяйственных растений насчитывает 9-10 видов. Из них в сельскохозяйственных районах Северного Казахстана встречаются такие виды как малая крестовичка – *Doclostaurus brevicollis* (Ev.), атбасарка – *Doclostaurus kraussi kraussi* (INGEN.), темнокрылая кобылка – *Stauroderus scalaris* (F.-W.), сибирская кобылка – *Aeropus sibiricus sibiricus* (L.), крестовая кобылка – *Pararcyptera microptera microptera* (F.-W.), белополосая кобылка – *Chorthippus albomarginatus albomarginatus* (DEG.), степной конек – *Euchorthippus pulvinatus* (F.-W.).

В 2020-2021 гг. проведена работа по анализу и сопоставлению метеопараметров и климатических данных к биоэкологическим особенностям изучаемых вредителей. В качестве опорных данных для дальнейшего моделирования благоприятных мест обитания с помощью ГИС-технологий, GPS-координаты по заселенности личинками нестадных саранчовых были собраны в Целиноградском районе Акмолинской области, Каширском районе Павлодарской области, Аркалыкском районе Костанайской области, Уалихановском районе Северо-Казахстанской области. Данные районы регионов Северного Казахстана были выбраны с учетом благоприятных мест обитания исследуемых вредителей, где по историческим данным их заселенность была значительной [17].

SDM (Species Distribution Modeling), то есть Модель распространения видов обычно не требует глубокого анализа переменных и просто предоставляет карту подходящей среды обитания для вида. Обычно используется предопределенный набор переменных, основанный на общепринятых знаниях биологии вида. SDM показывает себя как чисто статистический подход, который слабо связан с природными особенностями вида. Модель экологической ниши (Ecological Niche Modeling – ENM) выполняется в основном так же, как и SDM, но включает расширенный набор факторов [1, с. 8-9]. В данный момент нами ведутся исследования по экологическому моделированию ниш нестадных саранчовых вредителей

(ENM) и в будущем эти результаты исследований будут опубликованы в одном из научных изданий. Пока же, нами представлены результаты исследований созданию модели распространения видов нестадных саранчовых (SDM).

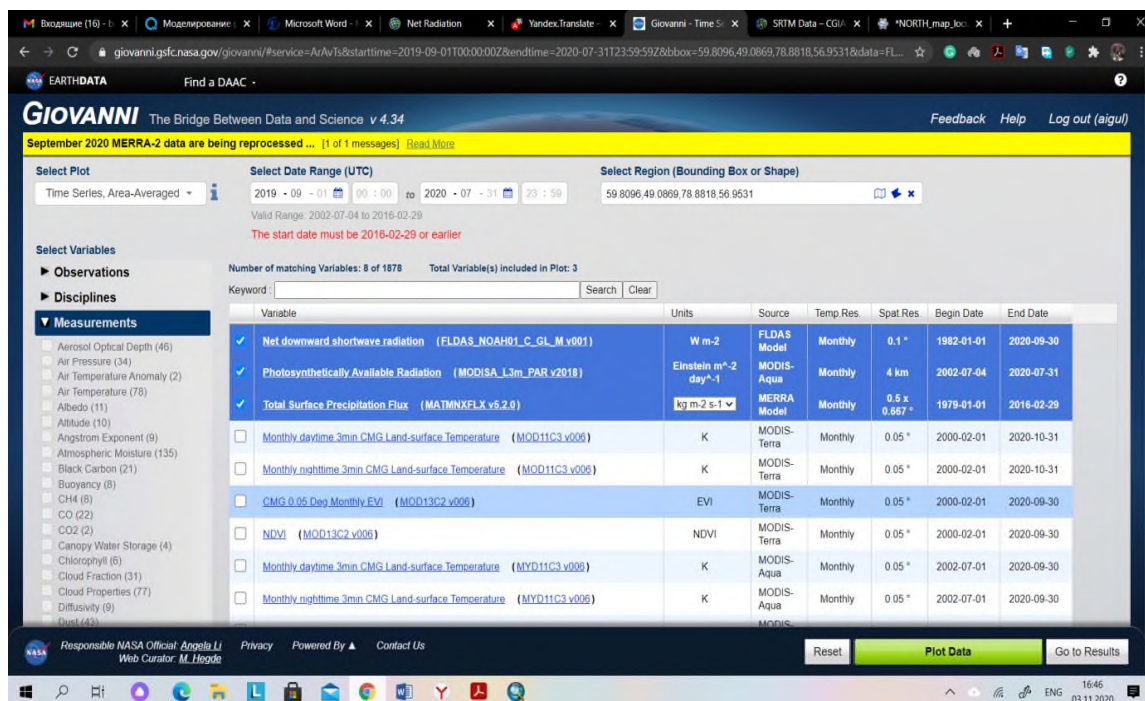


Рисунок 1 – Загрузка климатических данных, 2020-2021 гг.

Из множества используемых алгоритмов моделирования пространственного распределения живых организмов (SDM), чаще всего используется метод максимальной энтропии, реализованный на платформе MaxEnt [15, с. 1060]. MaxEnt – это алгоритм машинного обучения, который предсказывает присутствие вида в географическом пространстве. В целях определения экологических ниш нестадных саранчовых собраны данные ДЗЗ в виде космических снимков, данных о рельефе местности. Проведен сбор и анализ климатических данных и данных рельефа местности с электронных ресурсов для уточнения критериев метеопараметров. Получены климатические данные из источников: Bioclim. Проведен анализ по уточнению критериев метеопараметров, при которых развиваются саранчовые. Климатические данные были загружены с веб сайта <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/> (Рисунок 1).

Таблица 1 – Перечень загруженных климатических данных

№	Климатические данные	Периодичность	Всего
1	Количество осадков,	Общ. за месяц с сентября 2020 г. по июнь 2021г.	10
2	Влажность почвы (0-10 см)	Ср. за месяц с сентября 2020 г. по июнь 2021г.	10
3	Температура поверхности (К)	Ср. за месяц с сентября 2020 г. по июнь 2021 г.	10
4	Температура воздуха (К)	Ср. за месяц с сентября 2020 г. по июнь 2021 г.	10
5	Чистая коротковолновая радиация (Вт/м2)	Ср. за месяц с сентября 2020 г. по июнь 2021 г.	10
Итого			50

В таблице 1 приведен перечень загруженных климатических данных, таких как количество осадков, влажность почвы, температура поверхности и воздуха, чистая коротковолновая радиация. По каждому из перечисленных климатических данных было скачано по 10 снимков. Далее эти показатели были использованы для моделирования распространения изучаемых вредителей.

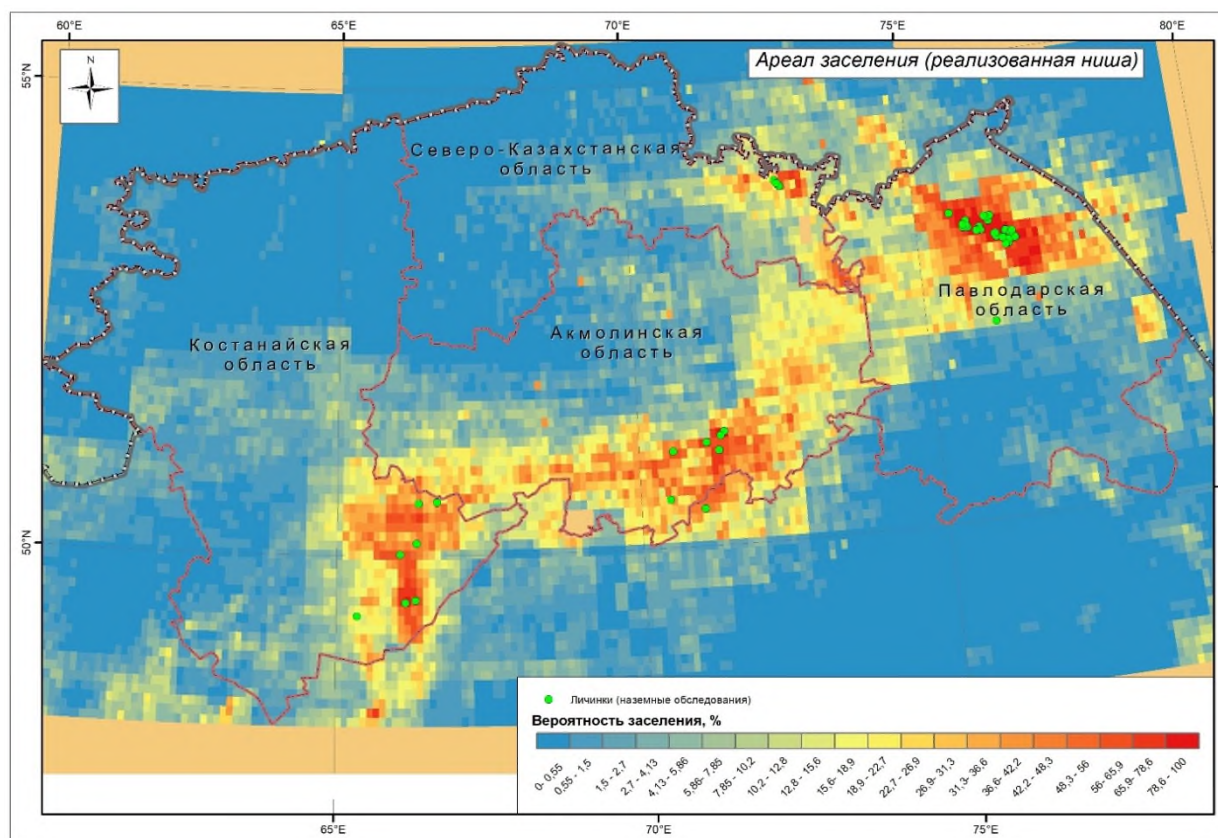


Рисунок 2 – Модель распространения видов (SDM) комплекса нестадных саранчовых вредителей или их ареал заселения, 2021 г.

Климатические показатели, выбранные для исследования, относятся к холодному времени года, когда вид находится в состоянии отложенных яиц. Соответственно показатели в холодный сезон текущего года, должны напрямую влиять на то, какова будет доля кубышек, переживших холодный сезон, и очертить территории в пределах очага гнездования, на которых выживаемость кубышек наиболее вероятна, что последует формированию личинок.

Для анализа полученных данных с собранными наземными обследованиями личинок саранчи была запущена первоначальная корреляционная модель распространения видов нестадных саранчовых вредителей (SDM) или реализованная ниша.

На рисунке 2 представлена Модель распространения видов (SDM) комплекса нестадных саранчовых вредителей или их ареал заселения, полученная в результате проведенной корреляционной модели. Таким образом, выбранные климатические показатели температура воздуха, температурой почвы, влажностью верхнего слоя почвы (5–10 см), осадки холодного сезона, выпадающие в виде снега, вероятнее всего имеют отношение к терморегуляции поверхностного слоя почвы, в котором перезимовывают кубышки. Данные показатели напрямую влияют на появление личинок весной после отложения кубышек осенью предыдущего года.

Если рассматривать ареал заселения приведенный в реализованной нише, то можно видеть что согласно градации вероятности заселения данными вредителями, высокие показатели отводятся Павлодарской и Костанайской области (большинство исследуемой зоны в пределах 69,9-100 %). Далее следует Акмолинская область, где модель прогнозирует вероятность заселения в большинстве случаев в пределах 42,2-78,6 %. Северо-Казахстанскую область можно отнести к региону с минимальной подверженностью заселения нестадными саранчовыми, где вероятность заселения в большинстве случаев в пределах от 22,7 до 36,6 %.

На рисунке 3 представлена кривая ошибок. Чем выше показатель AUC, тем качественнее модель, при этом значение 0,5 демонстрирует непригодность выбранного метода.

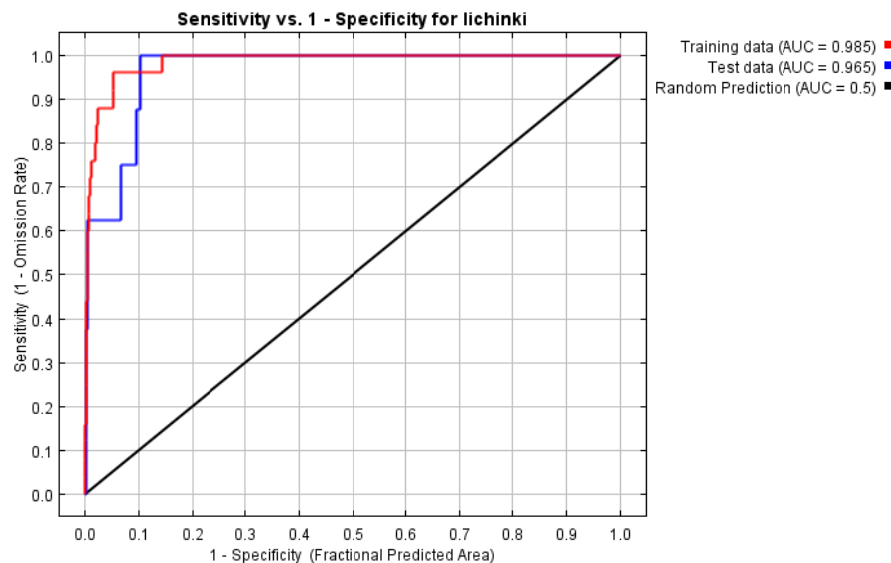


Рисунок 3 – ROC-кривая ошибок

Красная (обучающая) линия показывает “подгонку” модели к обучающим данным. Синяя линия (тестирование) указывает на соответствие модели данным тестирования и является реальным тестом прогностической способности моделей. В нашем случае показатели достаточно высокие.

Выводы. С применением инновационных технологий, таких как ГИС -технологии, открывается исключительная возможность точного выявления очагов вредных видов, быстрой передачи данных, принятия правильных и эффективных решений по защите урожая. Предлагаемый способ моделирования распространения видов (SDM) вредных нестадных саранчовых является одним из инновационных подходов в прогнозировании развития и распространения вредителей сельскохозяйственных культур. Так как с помощью данного подхода можно установить предпочтительные места обитания и потенциальные зоны распространения саранчовых вредителей, особенно в Северной части Казахстана, где расположены основные экономически важные зерновые культуры и земли сельскохозяйственного пользования. Далее, для увеличения своего прогнозирующего значения необходимо добавить больше переменных (факторов) в модель и теперь нами ведутся исследования по экологическому моделированию ниш нестадных саранчовых вредителей (ENM), и в будущем эти результаты исследований будут опубликованы в одном из научных изданий.

Список литературы:

1. Malakhov D.V., Zlatanov B.V. An Ecological Niche Model for *Dociostaurus maroccanus*, Thunberg, 1815 (Orthoptera, Acrididae): The Nesting Environment and Survival of Egg-Pods // *Biosis: Biological Systems*. – 2020. – Vol. 1(1). – P. 8-24.
2. Latchininsky A.V., Sivanpillai R. Locust Habitat Monitoring and Risk Assessment Using Remote Sensing and GIS Technologies // *Integrated Management of Arthropod Pests and Insect Borne Diseases*. – 2010. – Vol. 5. P. 163-188.
3. Food Agric. Org. UN. 2010. Locust watch: locusts in Caucasus and Central Asia. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/ag/locusts-CCA/en/index.html> (Date view 20.10.2021).
4. Байбусенов К.С., Ажбенов В.К. Фитосанитарное районирование сельскохозяйственных угодий Северного Казахстана по зонам риска размножения и вредоносности комплекса вредных нестатных саранчовых // *Журнал «3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация»*. – 2017. – № 4. – С. 189-197.
5. Ниязбеков Ж.Б. Видовой состав, биоэкологические особенности и разработка защитных мероприятий против основных вредных видов саранчовых на юге Казахстана: автореф. ... канд. с./х. наук: 06.01.11. – Алматы, 2007. – 24 с.
6. Lockwood J. and Sergeev M. Comparative biogeography of grasshoppers (Orthoptera:Acrididae) in North America and Siberia: Applications to the conservation of biodiversity. *Journal of Insect Conservation*. – 2000. – Vol. 4. – P. 161-172.
7. McNary T.J., Shambaugh B.A., Elliston R.J., Brown C.L. Cooperative rangeland grasshopper suppression in Wyoming (USA) in 2010. // *Metaleptra*. – 2011. – Vol. 31. – P. 10–12.
8. Камбулин В.Е., С.Ыскак, Толеубаев К.М. Динамика популяций стадных саранчовых в Казахстане // *Защита и карантин растений*. – 2010. – № 4. – С. 17-20.
9. Чильдебаев М.К. К фауне и экологии саранчовых (Orthoptera, Acridoidea, Tetrigoidea) в Северном Казахстане // *Tethys Entomological Reseach*. – 2002. – № 6. – С. 268-270.
10. Сагитов А.О., Дуйсембеков Б.А. и др. 2016. Фитосанитарный мониторинг вредных и особо опасных вредных организмов (вредителей, болезней, сорных растений): (учебное пособие), издание третье на каз.яз. – Алматы: Казахский НИИЗиКР. – 376 с.
11. Ажбенов. В.К. Руководство для выполнения мониторинговых работ по итальянской саранче с использованием GPS-технологий. – Астана, 2013. – 41с.
12. Камбулин В.Е., Ниязбеков Ж.Б., Муратова Н.Р., Цычуева Н.Ю. и др. Рекомендации по мониторингу саранчовых с использованием ГИС-технологий и дистанционного зондирования Земли. – Алматы: Изд-во КазНИИЗКР, 2015. – 28 с.
13. Сулейменов С.И., Абдрахманов М.А., Сулейменова З.Ш., Камбулин В.Е. и др. Методические указания по учету и выявлению вредных и особо опасных вредных организмов сельскохозяйственных угодий. – Астана, 2009. – 312 с.
14. Booth, T. H., Nix, H. A., Busby, J. R., & Hutchinson, M. F. Bioclim: the first species distribution modelling package, its early applications and relevance to most current MaxEnt studies // *Diversity and Distributions*. – 2013. – Vol. 20 (1). – P. 1-9.
15. Cory M., Matthew J. Silander, J. A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter // *Ecography*. – 2013. – Vol. 36. – P. 1058–1069.
16. Elith J., Steven J. Trevor H., Miroslav D. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists // *Diversity and Distributions*. – 2011. – Vol. 17. – P. 43–57.
17. Обзоры распространения вредных организмов сельскохозяйственных культур в Казахстане в 1999-2021 гг. и прогноз их появления / МСХ РК. – Алматы/Астана. – 1999-2021 гг.