

Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 130-летию С.Сейфуллина = С.Сейфуллиннің 130 жылдығына арналған халықаралық ғылыми - практикалық конференциясының материалдары. - 2024. – Ч.І.- С.228-231

УДК 632.727:632.913:005.521:681.3(574) (083.94)

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ ФИТОСАНИТАРНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ВРЕДНЫХ НЕСТАДНЫХ САРАНЧОВЫХ В КАЗАХСТАНЕ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

*Байбусенов К.С., PhD, ассоциированный профессор
Ажбенов В.К., д.б.н., профессор, академик АСХН РК
Аманбай Ж.З., докторант*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им.
С.Сейфуллина, г. Астана
Казахский научно-исследовательский институт защиты и
карантина растений им. Ж.Жиембаева, г. Алматы*

Цифровизация агропромышленного комплекса сегодня – это залог динамичного развития агропромышленной отрасли. Это драйвер, который позволит достичь задач, поставленных Главой государства в ежегодном Послании: задач по увеличению производительности труда в АПК и экспорта переработанной сельхозпродукции как минимум в 2,5 раза. Цифровизация АПК поможет повысить конкурентоспособность и производительность труда, обеспечит пищевую безопасность и привлечение инвестиций в отрасль [1].

Основная особенность саранчовых заключается в способности периодически размножаться в массе под воздействием абиотических и антропогенных факторов. В этой связи, возрастает острая необходимость превентивного контроля и заблаговременного прогноза популяций данных вредителей для объективного планирования объемов защитных мероприятий [2-3]. Ранее, по результатам наших исследований [4-6], были получены данные в области инновационных подходов в фитосанитарном мониторинге за комплексом вредных нестадных саранчовых, а именно моделирования экологических ниш или благоприятных мест обитания с помощью ГИС-технологий. Это позволяет определить места с наибольшим риском заселения, которые в первую очередь подлежат обследованию [7].

В связи с тем, что биоинформатика и цифровизация в сфере АПК РК требует конкретных современных инновационных решений, разработка веб-приложения по методическому обеспечению фитосанитарного прогнозирования вредных нестадных саранчовых с использованием автоматизированной системы фитосанитарного прогнозирования для

оптимального принятия решения по планированию защитных мероприятий является своевременным решением данной проблемы.

На сегодняшний день современному специалисту по защите растений необходимо четкое и ясное решение по прогнозу и контролю за численностью саранчовых вредителей, которое отличалось бы доступностью, инновационностью и практичностью в применении. Потому что от своевременного реагирования на данную проблему будет зависеть экономическое благополучие и рентабельность производства в целом.

Исследования выполняются в рамках научного проекта ИРН АР22784639 «Разработка моделей фитосанитарного прогнозирования популяции вредных нестатных саранчовых в Казахстане на основе алгоритмов машинного обучения и ГИС-технологий» бюджетной программы КН МНВО на 2024-2026 гг.

Цель исследований – Разработка моделей фитосанитарного прогнозирования популяции вредных нестатных саранчовых в виде цифрового информационного веб-приложения на основе алгоритмов машинного обучения и ГИС-технологий по каждой агроклиматической зоне Казахстана для оптимального принятия решения по планированию защитных мероприятий против них в режиме реального времени.

Если рассматривать принципиальные отличия идеи исследований от существующих аналогов, то в Республики Казахстан пока нет официально зарегистрированных аналогов данной технологии прогнозирования саранчовых вредителей в целом. Однако, за рубежом имеются некоторые исследования относительно стадных видов саранчовых, направленные на решения проблем по прогнозированию массовых размножений и определения направлений миграций [8-10]. Таким образом, к примеру ученые из Африки используя обобщенные линейные модели, проанализировали временные местности между наблюдением присутствия/отсутствия пустынной саранчи во время периодов ремиссии в Западной Африке с помощью показателей растительности, влажности почвы, количества осадков и температуры поверхности суши. Они продемонстрировали, что последующее увлажнение почвы позволило увеличить сроки на 3 недели по сравнению с вегетацией [9]. Используя многоступенчатую динамическую модель заселения, австралийские ученые [9-10] раскрывают экологические процессы, объясняющие крупномасштабные изменения в распространении австралийской пустынной саранчи, принимая во внимание ошибки на местах при определении фазы.

В рамках данных исследований задействованы и использованы имеющие ресурсы Центра технологической компетенции в области цифровизации АПК при НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина». А именно исследования будут проводится в лабораториях Анализа больших данных (Big Data), Искусственного интеллекта, ГИС технологий в сельском хозяйстве.

В целом исследования будут состоять из 4-х последовательных блоков, отображенных в схеме на рисунке 1.

Рисунок 1 - Блок-схема последовательности выполнения исследований по проекту



1. *Сбор и агрегация данных.* В связи с тем, что за 2 или 3 года исследований невозможно установить требуемые закономерности и причины колебания динамики численности популяций фитофагов, в наших исследованиях для выявления закономерностей изменения многолетней динамики численности вредных нестадных саранчовых для последующего составления адекватных прогнозов численности, будут собраны, проанализированы и обработаны многолетние материалы об их распространении и заселении в регионах Казахстана в зависимости от агроклиматических зон. В данных целях для анализа будут использованы исторические данные государственных служб защиты растений, прогнозов и сигнализации появления вредителей в Казахстане.

В рамках проекта будут использованы программа Statistica для всестороннего анализа собранных данных и построения предсказательных моделей, реляционные системы управления базами данных (СУБД) такие, как MySQL и PostgreSQL при создании информационной базы данных по вредным видам нестадных саранчовых.

2. *Модели прогнозирования.* Для прогнозирования популяции вредных нестадных саранчовых с использованием нейронных сетей и технологий машинного обучения, предпринимается комплексный подход, который включает в себя различные этапы.

В первую очередь, будут собраны и обработаны многолетние исторические данные о популяции саранчовых вредителей в различных агроклиматических зонах Казахстана. Эти данные охватывают информацию о климатических условиях, сельскохозяйственных культурах и наличии вредителей. Этот этап представляет собой основу для разработки модели прогнозирования [11].

3. *ГИС.* Для пространственного анализа и создания цифровой карты с возможностью симуляции распространения изучаемых вредителей в каждой агроклиматической зоне Казахстана в зависимости от изменения метеопараметров популяционной динамики нестадных саранчовых будут

использованы методы на базе географической информационной системы [12-14]. В качестве данных ДЗЗ будут использованы космические снимки из спутников TERRA и Aqua (MODIS), Sentinel, Landsat. Климатические данные будут получены из источников: Казгидромет; World Clim; Bioclim; Global-Pet; AridityIndex; Landcover и др. Данными со спутников Landsat и Sentinel являются мультиспектральные изображения в оптическом, инфракрасном, ближнем инфракрасном, термальном диапазонах с пространственным разрешением от 10 м до 60 м, периодичностью 3-16 дней.

4 *Веб-сайт (приложение)*. Модели прогнозирования: в интерфейсе будут встроены разработанные модели машинного обучения, которые будут предоставлять прогнозы о возможных распространениях саранчовых вредителей в будущем. Эти прогнозы будут основываться на актуальных данных и позволят сельскохозяйственным организациям принимать меры заблаговременно.

Интеграция с ГИС-технологиями: важной частью веб-интерфейса будет интеграция с ГИС-технологиями, что позволит пользователям проводить пространственный анализ данных. Они смогут визуализировать данные на картах, а также проводить анализ и прогнозирование распространения саранчовых вредителей с учетом географических и климатических особенностей.

Предлагаемое веб-приложение по фитосанитарному прогнозированию вредных нестадных саранчовых будет интегрировать в себя такие элементы как графики прогнозирования динамики численности на будущее время на основе алгоритмов машинного обучения, цифровую карту с возможностью симуляции распространения изучаемых вредителей в каждой агроклиматической зоне Казахстана в зависимости от изменения метеопараметров, единую базу по вредоносным видам и индексам их доминирования, информацию об основополагающих предикторах прогноза, информацию о способах химических обработок и списке разрешенных ядохимикатов, и наконец, цифровой калькулятор расчета прогноза численности и необходимой площади для химической обработки на будущий сезон.

Данные технические решения и возможности веб-приложения непременно позволят планировать объемы защитных мероприятий более оптимально, а использование самих средств защиты растений более рационально. Результаты данных исследований позволят широкому кругу ученых рассматриваемой сферы ссылаться и применять их в своих научных исследованиях.

Список литературы

- 1 Ключевые инновации NASEC. Интернет-ресурс. - URL <https://nasec.kz/ru/page/klyuchevye-innovacii>

- 2 Azhbenov, VK, Baibussenov, KS., Sarbaev, AT, Harizanova, VB. (2015). Preventive approach of phytosanitary control of locust pests in Kazakhstan and adjacent areas. *Proceedings of Conference ИСВЕ-2015*. 33-37.
- 3 Ыскак, С, Комиссарова, ИА, Ниязбеков, ЖБ. (2002). К усовершенствованию системы защиты сельскохозяйственных культур от вредных саранчовых. Стратегия научного обеспечения: реальность и перспективы: Международная научная конференция. Алматы, 189-190.
- 4 Baibussenov, K, Bekbaeva, A, Azhbenov, V Sarbaev, A, Yatsyuk, S. (2021). Investigation of Factors Influencing the Reproduction of Non-Gregarious Locust Pests in Northern Kazakhstan to Substantiate the Forecast of their Number and Planning of Protective Measures. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 21(1), 144-153.
- 5 Baibussenov, K, Bekbaeva, A, Azhbenov, V. (2022). Simulation of Favorable Habitats for Non-Gregarious Locust Pests in North Kazakhstan Based on Satellite Data for Preventive Measures. *Journal of Ecological Engineering*, 23(7), 299-311.
- 6 Байбусенов, КС, Ажбенов, ВК, Бекбаева, АМ. (2022). Прогнозирование потенциальных мест распространения вредных нестадных саранчовых в земледельческих районах Северного Казахстана с помощью модели распространения видов. *Электронный научный журнал «Дневник науки»*, 9.
- 7 Baibussenov, K, Bekbaeva, A, Azhbenov, V. (2022). GIS-based Potential Distribution Modeling for Harmful Non-Gregarious Locusts in Agricultural Areas of Northern Kazakhstan to Improve Preventive Pest Management. *Proceedings of 24th PARIS International Conference on Advances on Chemical, Agricultural, Biological & Environmental Sciences (CABES-22)*. 71-78.
- 8 Sun, R, Huang, W, Dong, Y, Zhao, L, Zhang, B, Ma, H, Geng, Y, Ruan, C, Xing, N, Chen, X, et al (2022). Dynamic forecast of Desert Locust presence using machine learning with a multivariate time lag sliding window technique. *Remote Sens*, 14, 747.
- 9 Humphreys, JM, Srygley, RB, Branson, DH. (2022). Geographic variation in migratory grasshopper recruitment under projected climate change. *Geographies*, 2, 12-30.
- 10 Lawton, D, Scarth, P, Deveson, E, Piou, C, Spessa, A, Waters, C, Cease, AJ. (2022). Seeing the locust in the swarm: accounting for spatiotemporal hierarchy improves ecological models of insect populations. *Ecography*.
- 11 Ibrahim, EA. et al. (2022) An expert system for insect pest population dynamics prediction. *Computers and Electronics in Agriculture*, 198. 107-124.
- 12 Коновалова, НВ, Капралов, ЕГ. (1997). *Введение в ГИС: Учебное пособие*. М.: ГИС-Ассоциация. 160.
- 13 Трифонова, ТА, Мищенко, НВ, Краснощеков, АН. (2005). *Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях*. М.: УМО РФ, 349.
- 14 Карпик, АП. (2004). *Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий: Монография*. Новосибирск: СГГА, 260.