

# ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ФЕНОЛОГИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ФАЗ РАЗВИТИЯ ВРЕДНОСНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЗАЩИТЕ ЛЕСОВ (НА ПРИМЕРЕ ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ЯБЛОНЕВЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ САДОВ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА)

Милютин Е.А., [katya17\\_10@mail.ru](mailto:katya17_10@mail.ru), Афонин А.Н., [afonin-biogis@yandex.ru](mailto:afonin-biogis@yandex.ru)

Егоров А.А., [egorovfta@yandex.ru](mailto:egorovfta@yandex.ru)

*Санкт-Петербургский государственный университет*

Копжасаров Б.К., [bakyt-zr@mail.ru](mailto:bakyt-zr@mail.ru), Джанбатыров А.Ш.

*Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Ж. Жиенбаева*

Яблонная плодоярка (*Cydia pomonella*, L.) – один из основных сельскохозяйственных вредителей плодовых лесов умеренного климатического пояса. Несмотря на большое количество применяемых химических и физических методов борьбы с данным вредителем, он ежегодно приносит огромный ущерб урожаю яблок, особенно в зонах, где яблонная плодоярка развивается более чем в одном поколении. Одной из причин большой потери урожая является некорректная реализация фитосанитарных мер. Наиболее эффективным способом противодействия является составление прогнозов фенофаз вредителя. Точные прогнозы фаз развития позволяют планировать даты проведения защитных мероприятий и проводить наиболее эффективные мероприятия в стадии наибольшей уязвимости вредоносных объектов.

Прототип системы защиты яблоневого промышленного сада Южного Казахстана был предложен в 2020 году [4]. Элементом системы являлась методика прогноза критических фаз развития вредоносных видов, базирующаяся на эколого-климатической информации, получаемой с сенсоров космических аппаратов. В основу отработки прототипа системы прогноза нами была положена биоклиматическая модель И. И. Праля, в которой фенофазы развития яблонной плодоярки связаны с накоплением сумм эффективных температур (СЭТ) с порогом выше 10°C [3]. Наибольший интерес представляют значения СЭТ, характеризующие очередной фазовый переход, а именно критические стадии развития – стадии наибольшей уязвимости вредителя, так как с датами прохождения критических стадий развития связаны даты проведения практических мероприятий по защите садов.

Критической стадией развития яблонной плодоярки является стадия отрождения гусениц. От момента выхода гусеницы из яйца до вгрызания в яблоко она наиболее уязвима для пестицидов. Однако длится данный период недолго, поэтому обработку пестицидами следует произвести заранее. Поскольку используемые в садах инсектициды имеют пролонгированный срок действия, порядка 2 недель [2], первые обработки в садах стоит привязывать к фазе начала вылета бабочек. Дата начала лета по И. И. Праля связана с накоплением СЭТ – от 75 до 170 °C [3].

Большинство прогнозов дат наступления фенофаз основываются на температурных данных, полученных с метеостанций, что позволяет прогнозировать даты наступления фаз в пределах территории, прилегающей к метеостанциям, но точность прогноза по мере удаления от метеостанций и, особенно, с переходом в другие ландшафтные выделы падает. В связи с этим нами была отработана концепция использования ГИС для прогноза фаз развития яблонной плодовой гнили и планирования защитных мероприятий.

Была отработана методика пересчета температурных карт, составленных по данным дистанционного зондирования, в карты метеостанционных температурных значений, и, далее в карты СЭТ нарастающим итогом. В качестве исходных космических растровых данных были использованы 8-дневные данные MODIS (продукт MOD11A2) [5], захватывающие территорию юго-восточной части Казахстана. На основе карт СЭТ отработан алгоритм составления карт фенологических дат – карт дат перехода СЭТ через значения, соответствующие критическим стадиям развития. На рисунке 1 представлена карта дат перехода в 2017 году через порог СЭТ = 140 °С, соответствующий ожидаемой дате начала весеннего лёта яблонной плодовой гнили в яблоневых лесах юго-восточной части Казахстана [4].

Данная методика может быть использована для составления карт накопления СЭТ и карт фенологических прогнозов в режиме реального времени. Предполагается, что подобные карты будут создаваться и обновляться в режиме реального времени по ежедневным данным MODIS. Слои будут суммироваться ежедневно, по ним будет обновляться карта СЭТ. Информация в хозяйствах, расположенные на этих территориях, могут передаваться за 1-2 дня от предполагаемой даты перехода СЭТ через 140 °С по системам мобильной связи и через веб-ГИС интерфейс, такой как o-gis [1] – <http://app.o-gis.org>. Таким образом, мониторинг СЭТ по данным MODIS позволяет прогнозировать сроки наступления уязвимых стадий развития яблонной плодовой гнили и рекомендовать оптимальные даты обработки яблоневых лесов пестицидами.

*Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 19-05-00610.*

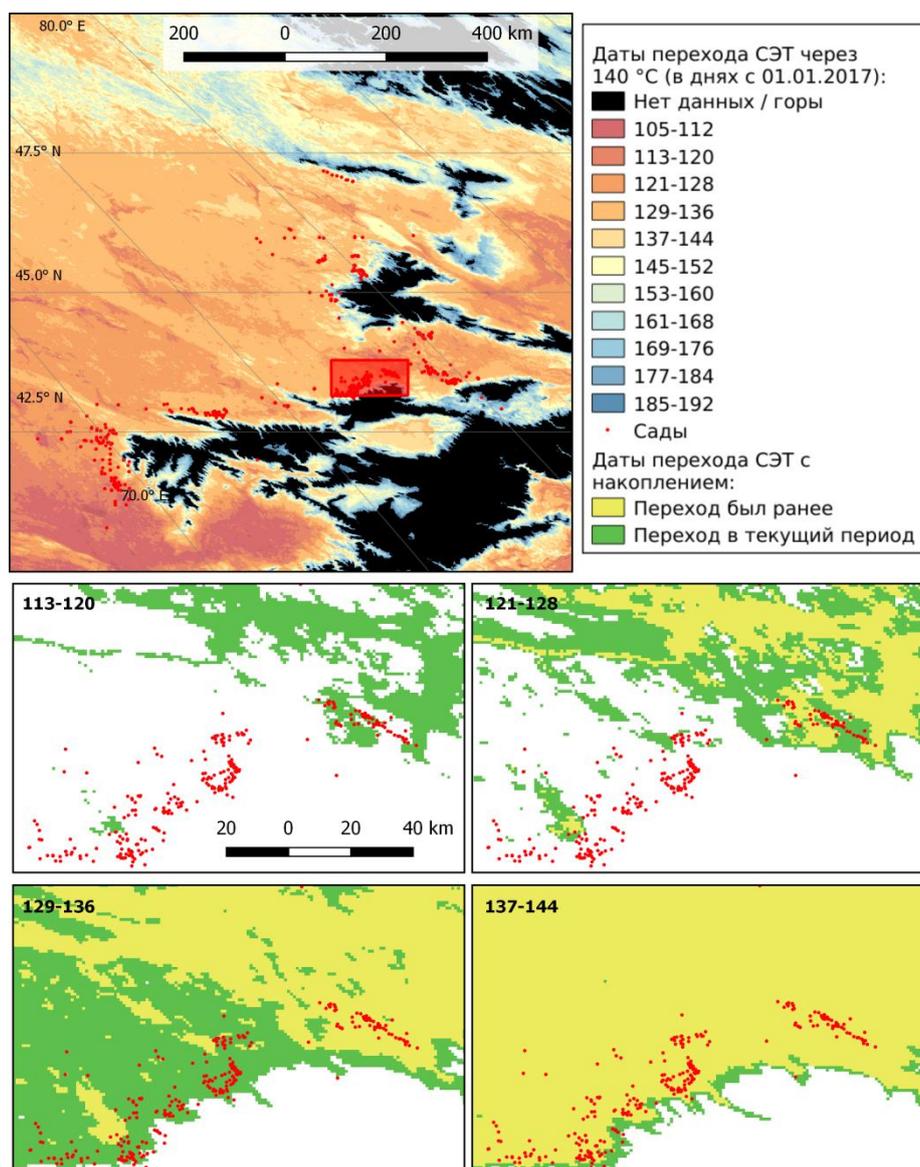


Рис. 1. Даты перехода СЭТ через 140 °С (Юлианские дни) в юго-восточном Казахстане и вариант представления 8-дневного прогноза начала лёта яблонной плодожорки. Красными точками отмечено нахождение садовых хозяйств [4].

#### Библиографический список

1. Афонин, А.Н., Севрюков, С.Ю., Соловьев, П.А., Лунева, Н.Н. Веб-ГИС для решения задач эколого-географического анализа и моделирования: новые возможности// Вестник СПбГУ, серия 7, География и геология. 2016. – Вып. 4. – С. 97-111.
2. Васильев, В.П, Лившиц, И.З. Вредители плодовых культур. – М.: Колос, 1984 – 398 с.
3. Праля, И.И. Защита яблоневого сада – М.: АМА-ПРЕСС, 2013 – 91 с.
4. A. Afonin, B. Kozhassarov, E. Milyutina, E. Kazakov, A. Sarbassova, A. Seisenova. Prototype Spatio-temporal Predictive System of pest development of the codling moth, *Cydia pomonella*, in Kazakhstan//Hellenic Plant Protection Journal, 2020. Vol. 13 Iss.1. P. 1-12. ISSN 1791-3691
5. MODIS/Terra Land Surface Temperature/Emissivity 8-Day L3 Global 1km SIN Grid V006. <https://lpdaac.usgs.gov/products/mod11a2v006/>