

Копжасаров Бакыт Кенжекожаевич, к.б.н.,
Бекназарова Зибаш Бердикуловна, PhD,
Кенжегалиев Арнур Мейрамулы, маг. экол.н.,
Исина Жанна Магжановна, к.б.н.,
Адил Сара, бакалавр – агроном,
Казахский научно-исследовательский институт
защиты и карантина растений им.Ж.Жиембаева,
г. Алматы, Республика Казахстан
E-mail: bakyt-zr@mail.ru

РАЗРАБОТКА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР (ЯБЛОНИ)

В статье приведены данные мониторинга распространения и развития болезней по крестьянским хозяйствам юга и юго-востока Казахстана. По результатам исследований отмечено что развитие некоторых болезней снижается в связи с сухой погодой, в то же время, по нашим наблюдениям, в интенсивных садах, несмотря на неблагоприятные условия для развития патогена, посредством испарения в саду и загущенных посадок нарастание инфекции не прекращается. А также в результате исследований разрабатывались научно-обоснованные методики прогнозирования ограниченно распространенных карантинных вредных организмов на территории Республики Казахстан.

Ключевые слова: фитосанитарный мониторинг, яблоня, защита, распространение, прогнозирование.

Копжасаров Бакыт Кенжекожаевич, б.и.к.,
Бекназарова Зибаш Бердикуловна, PhD,
Кенжегалиев Арнур Мейрамулы, экология
илимдеринин магистри,
Исина Жанна Магжановна, б.и.к.,
Адил Сара, агроном – бакалавр,
Ж. Жимбаев атындагы Өсүмдүктөрдү коргоо жана
карантини боюнча Казак илимий-изилдөө институту ,
Алматы ш., Казакстан Республикасы

МӨМӨ-ЖЕМИШ ӨСҮМДҮКТӨРҮН (АЛМА БАКТАРЫН) КОРГООНУН ИНТЕГРАЦИЯЛАНГАН СИСТЕМАСЫН ИШТЕП ЧЫГУУ ЖАНА ӨРКҮНДӨТҮҮ

Макалада Түштүк жана Түштүк-Чыгыш Казакстандын дыйкан чарбалары боюнча оорулардын таралышына жана өнүгүшүнө мониторинг жүргүзүү боюнча маалыматтар берилген. Изилдөөлөрдүн жыйынтыгы боюнча, кээ бир оорулардын өнүгүшү кургак аба ырайына байланыштуу төмөндөйт, ошол эле учурда, биздин байкоолорубуз боюнча, интенсивдүү бакчаларда, патогендин өнүгүшү үчүн жагымсыз шарттарга карабастан, бакчада буулануу жана коюу отургузуу аркылуу инфекциянын өсүшү токтобойт. Ошондой эле изилдөөлөрдүн натыйжасында Казакстан Республикасынын аймагында чектелген таралган карантиндик зыяндуу организмдерди божомолдоонун илимий негизделген методикалары иштелип чыкты.

Ачкыч сөздөр: фитосанитардык мониторинг, алма дарагы, коргоо, жайылтуу,

болжолдоо.

Kopzhasarov Bakyt Kenzhekozhaevich,
candidate of biological sciences,
Kenzhegaliev Arnur Meiramuly, master of environmental
Sciences,
Isina Zhanna Magzhanovna, candidate of biological
sciences ,
Adil Sara, Bachelor – agronomist
Kazakh scientific research Institute of plant protection and
quarantine named after Zh.Zhiembayev,
Almaty city, Kazakhstan Republic

DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF INTEGRATED PROTECTION SYSTEMS FOR FRUIT CROPS (APPLE TREES)

The article presents data on monitoring the spread and development of diseases on farms in the south and south-east of Kazakhstan. According to the results of the research, it was noted that the development of some diseases decreases due to dry weather, at the same time, according to our observations, in intensive gardens, despite unfavorable conditions for the development of the pathogen, through evaporation in the garden and thickened plantings, the increase of infection does not stop. And also as a result of the research, scientifically-based methods of forecasting of limited-spread quarantine pests in the territory of the Republic of Kazakhstan were developed.

Key words: phytosanitary monitoring, apple tree, protection, distribution, forecasting.

Введение. В настоящее время на плантациях сельскохозяйственных культур в республике распространено множество вредных организмов, многие из них являются особо опасными и карантинными объектами и способны массово размножаться и распространяться, нанося существенный ущерб сельхозтоваропроизводителям.

Разработка методики прогнозирования распространения опасных, особо опасных и карантинных вредных организмов и фитосанитарный мониторинг диверсифицированных и плодовых культур являются одними из основных элементов интегрированной защиты. Они основываются на базе данных гидрометеорологических и фенологических информаций. При этом применяются коэффициенты, характеризующие взаимосвязь между параметрами климата и уровнем развития вредных организмов, которые используются для разработки методик прогнозирования распространения опасных, особо опасных и карантинных объектов.

В интегрированной защите необходимо проведение постоянного фитосанитарного мониторинга по сезонной и многолетней динамике распространения болезней и численности вредителей. Диагностика вредных организмов проводится не только классическими, но также молекулярно-генетическим методами.

Урожайность сельскохозяйственных культур складывается под воздействием многих факторов окружающей среды и зависит от того, насколько полно (в оптимальных размерах) удовлетворяются растения всеми факторами в соответствии с потребностями в них. Исследования заключаются в изучении потребности каждой культуры в факторах внешней среды (тепло, влага, пища, свет и др.) и критические фазы вегетации растений по отношению к этим факторам, а также научиться обеспечивать растения этими факторами в необходимых количествах и в нужное для растений время путем применения соответствующей технологии возделывания.

Поскольку основная масса урожая культур (до 95%) формируется за счет фотосинтетической деятельности растений, определение потенциальных возможностей

повышения продуктивности посевов за счет более полного использования солнечной радиации в процессе фотосинтеза, что является одной из важнейших проблем современного растениеводства [1,2,3].

При решении задач по прогнозу, фитосанитарному мониторингу и программированию урожая предусматриваются новые подходы по статистическому анализу и моделированию с использованием вычислительной техники и новых информационных технологий.

Элементы цифровизации в исследованиях разрешат информативность и достоверность данных по фитосанитарному мониторингу, помогут разработать методики прогноза для различных периодов и определения истинных сроков проведения защитных мероприятий против вредных организмов, а также получать качественные данные по программированию урожая в различных системах защитных мероприятий.

Научная новизна заключается в разработке методик прогнозирования, фитосанитарного мониторинга и программирования урожая с использованием IT-технологий. Разрабатываемая нами экологизированная система защиты сельскохозяйственных культур является логическим продолжением ранее проведенных исследований, новизна которой заключается в сочетании профилактических и биологических средств защиты с целью сокращения кратности химических обработок.

В Казахстане вопросы фитосанитарного мониторинга плодовых культур от вредителей, болезней и сорняков имеют свои особенности, которые обусловлены огромной территорией республики, разнообразием в ней природно-климатических зон и возделываемых сельскохозяйственных культур, наличием бросовых земель, являющихся резервациями вредителей, способных периодически размножаться в массе и причинять земледельцам существенные убытки. Применяемые сегодня методы фитосанитарного мониторинга полагаются, преимущественно, на ручной труд, где все операции проводятся вручную, что повышает риски ошибок.

Методики исследований. Научно-исследовательские работы проводились в условиях Северо-Казахстанской, Карагандинской, Костанайской, Алматинской и Жетысуской областей.

При выполнении работ были использованы общепринятые методы, принятые в энтомологии, фитопатологии, гербологии и защите растений [4-9], которые включали:

- Сбор и анализ метеорологической информации в основных районах распространения вредных организмов;
- Проведение фитосанитарного мониторинга и определение развития болезней;
- Определение фактических сроков появления отдельных фаз вредителя по сумме эффективных температур (СЭТ) и другим предикторам прогноза.

Для определения вредных организмов, уточнения их биологических особенностей, распространения и прогноза были использованы методические указания [10-14].

Результаты исследований. В полевых условиях против вредителей и болезней на плодовых культурах (яблоне) изучена эффективность биофунгицидов и биоинсектицидов, биопрепаратов и феромонных ловушек с целью снижения пестицидной нагрузки. Разработаны научно-обоснованные методики прогнозирования распространения вредителей, болезней, сорняков и эффективных методов борьбы с ними.

Из болезней, представляющие опасность отмечены: мучнистая роса (*Podosphaera leucotricha* L.), цитоспороз (*Cytospora* spp.), парша (*Venturia inaequalis*), гнили различной этиологии (*Monilia fructigena* Pers.), монилиальный ожог (*Monilia cinerea* Pers), фузариоз (*Fusarium* spp), фитофтороз (*Phytophthora* spp.) плодовых культур, в незначительной степени черный и европейский рак.

В последнее время появились новые заболевания, такие как альтернариоз и филлостиктоз плодовых культур.

Мягкая зима и влажная весна текущего года повлияли на развитие болезней, так в начале вегетации наблюдалось массовое развитие парши и мучнистой росы, на яблоне распространение составило до 20%. Затем, в связи с наступлением жаркой погоды, развитие болезней приостановилось, однако в связи со вторичным ростом побегов развитие мучнистой росы имело вторичный характер.

Во второй половине вегетации монилиозные плодовые гнили начали проявляться в связи с появлением яблонной плодовой гнили, вовремя, когда плоды достигли размера грецкого ореха.

На фоне распространенности болезней в Алматинской области составлена динамика, которая показывает, что монилиоз проявляется во второй половине вегетации, а болезни усыхания деревьев при плохой агротехнике и отсутствии санитарных мероприятий могут иметь эпифитотийный характер и приведут к гибели деревьев в целом (рисунок 1).

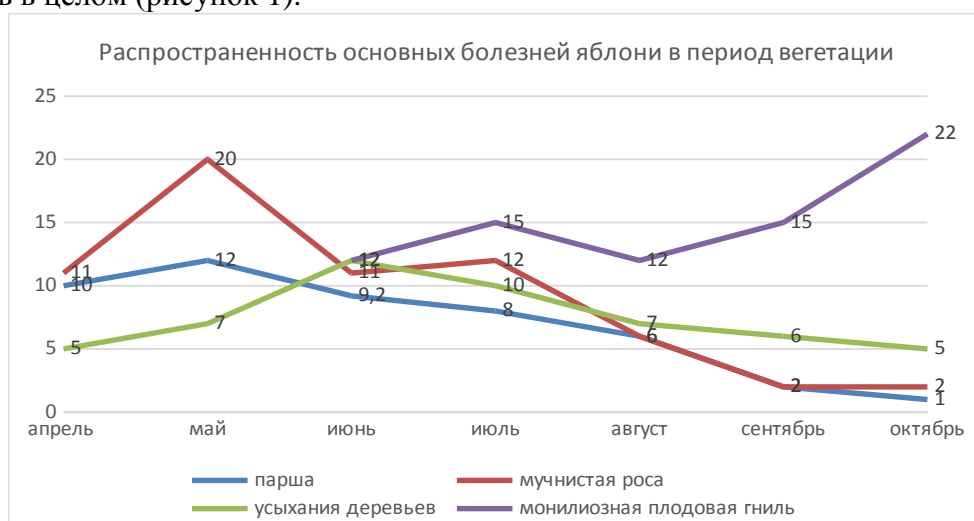


Рис. 1. Динамика развития болезней на яблоне, КХ «Суздалева», 2022 г.

Мониторинг распространения и развития болезней по крестьянским хозяйствам юга и юго-востока Казахстана показал, что развитие некоторых болезней снижается в связи с сухой погодой, в то же время, по нашим наблюдениям, в интенсивных садах, несмотря на неблагоприятные условия для развития патогена, посредством испарения в саду и загущенных посадок нарастание инфекции не прекращается (таблица 1).

Таблица 1

Пораженность яблони болезнями, 2022 г.

Наименование хозяйства	Сорт	Распространение болезни, %			
		парша	мучнистая роса	монилиоз и другие гнили	болезни усыхания
Алматинская область					
КХ «Жемис»	Голден делишес, Старкримсон	13,0	17,3	17,4	12,0
КХ «Суздалева»	Восход, Максат, Апорт	10,5	20,0	15,4	6,8
КХ «Турганбаева»	Голден делишес, Старкримсон	15,1	19,2	20,3	15,8
КХ «Жарык»	Голден делишес, Старкримсон	14,2	15,5	12,8	6,5

Жамбылская область					
КХ «Кунгей»	Айдаред, Голден делишес, Ред делишес	4,3	12,8	17,3	9,9
КХ «Алмаарсан»	Голден делишес	5,4	11,9	17,5	9,5
КХ «Нур-Шам»	Гала, Гренни Смит, Голден делишес	4,3	22,7	18,4	9,4
КХ «Мариям»	Голден делишес, Ренет Бурхарда, Пеструшка	2,9	14,4	16,3	9,4
ТОО «Максат-Торе»	Голден делишес, Чемпион, Джонаголд	4,3	15,7	8,3	8,1
Туркестанская область					
ТОО «Дала Фрут»	Гала, Голден делишес, Бребрун	1,7	12,8	8,7	4,3
ТОО «Алан и компания»	Айдаред, Голден делишес, Гала	3,0	13,1	7,7	6,4
КХ «Керемет Сапа»	Гала, Гренни Смит, Голден делишес, Пинк роу	2,4	9,1	8,4	4,3
КХ «Максат Арай»	Семеренко, Голден делишес, Старкримсон	3,2	9,3	9,9	6,4

Создание системы цифрового фитосанитарного мониторинга. Для повышения точности фитосанитарного мониторинга применялись аппаратные метеостанции производителя Pessl (Австрия). Они оборудованы следующими датчиками, в зависимости от модели: датчик осадков, почвенный датчик, температура и влажность воздуха, датчик ультрафиолета (данными датчиками оснащены станции модели ЕСО D3), датчик интенсивности намокания и испарения (датчик листа), датчик скорости и направления ветра, интенсивность солнечной радиации (станции модели Imetos 3.3) (рисунки 2, 3). Местоположение метеостанций и абонентские номера указаны в таблице 38.

Данные со станций посредством GSM модема связываются с серверами производителя и там публикуют полученные данные, доступ к которым мы получаем посредством личного кабинета по адресу: <https://www.fieldclimate.com/> (рисунок 4).

Таблица 3

Местоположение станций и абонентские номера

Широта (lat)	Долгота (lon)	Модель	Серийный номер	Абон. Номер	Наименование хозяйства	Область
53.032432	63.525968	есо d3	01209B94	87712031495	КХ "Золотой Колос"	Костанайская
50.231892	81.862666	есо d3	01205802	87052096862	КХ "ИртышТан"	ВКО
43.201152	76.531936	imetos 3.3	0020AF87	87772084795	КХ "Светлана"	Алматинская
44.385853	78.589271	есо d3	01205803	87771573411	КХ "Жолбарыс Агро"	Жетысуская

- НС Температура воздуха [18]
- Точка росы [20]
- Солнечная радиация
- Дефицит давления насыщенных паров (VPD) [26]
- НС Относительная влажность [19]
- Осадки [5]
- Влажность листа [8]
- Дельта Т [35]
- Ультразвуковой анемометр направление [4001]
- Ультразвуковой анемометр скорость [4000]
- Порыв ветра [4002]
- Эталонная эвапотранспирация ЕТО
- Батарея [7]
- Солнечная панель [4]

Рис.2. Датчики метеостанции

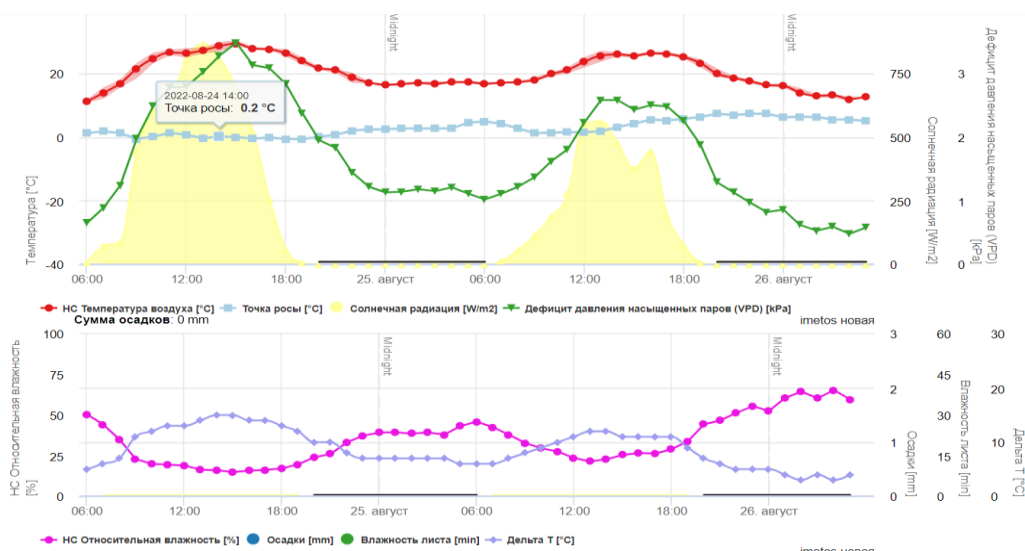


Рис.3. Графические данные метеостанции

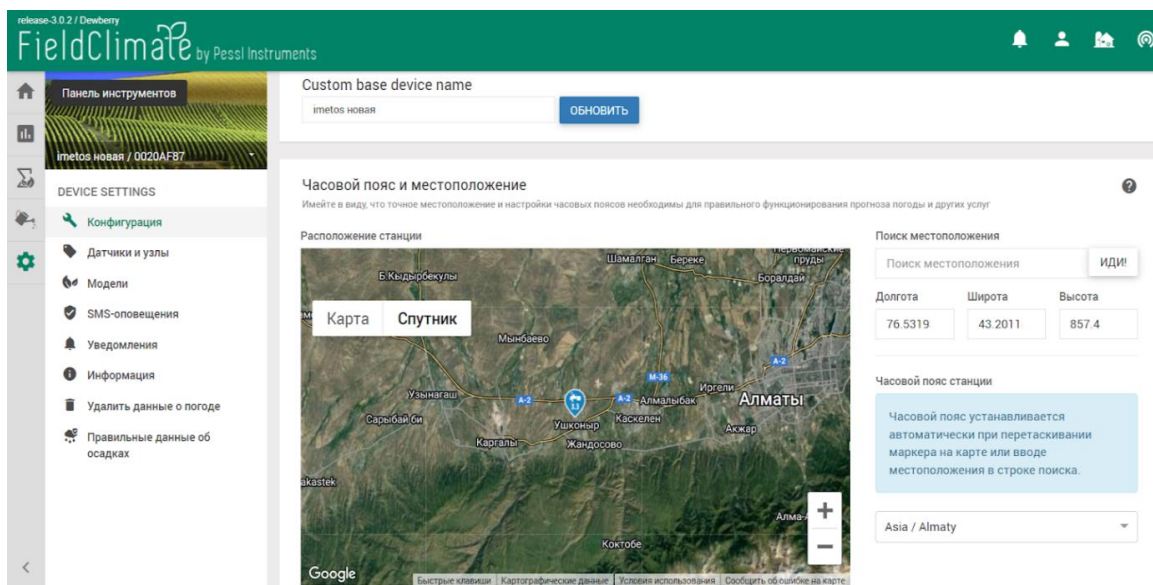


Рис. 4. Скриншот кабинета www.fieldclimate.com

В процессе работы обнаружены недостатки применения аппаратных метеостанций удаленно: Недостаточность и неравномерность покрытия сотовых сетей, что приводит к обрывам связи и «провалами» в данных.

Требуется регулярное обслуживание и проверка станции специалистом на месте,

что усложняется удаленностью станций и отсутствием на полигонах соответствующих специалистов.

Недостаточность номенклатуры данных со станций младшей модели (ECO D3).

Использование данного инструмента, параллельно с данными из открытых источников (в т.ч. зарубежных) позволяет использовать исторические и оперативные данные для раннего прогнозирования развития вредоносных организмов в различных стадиях их развития.

Данные метеостанции применяются для уточнения сроков защитных мероприятий, а также для построения моделей распространения особо опасных и карантинных видов вредных организмов в различных природно-климатических зонах. Данные интегрируются в систему FMIS в виде базы данных, после чего обращение к ним происходит на программном уровне.

Дистанционное зондирование

Для уточнения состояния поля во время фитосанитарного мониторинга применялось дистанционное зондирование земли при помощи беспилотных летательных аппаратов различных типов.

1. DJI Phantom 4 PRO – квадрокоптер, оснащенный RGB камерой с временем работы до 25 минут на одном аккумуляторе (рисунок 5).



Рис. 6. DJI Phantom 4 PRO с RGB камерой. Рис.7. DJI Phantom 4 Multispectral

2. DJI Phantom 4 Multispectral – квадрокоптер, оснащенный NDVI камерой с временем работы до 25 минут на одном аккумуляторе (рисунок 7).

3. Sense Fly E-BeeX – самолетного типа (летающее крыло), оснащенное по выбору RGB или NDVI камерой. Время работы до 60 минут на одном аккумуляторе (рисунок 10). Полученные данные обработаны и получены цифровые карты и индексы NDVI которые использовались для визуальной оценки состояния полей.



Рис. 8. Sense Fly E-BeeX Интернет на поле. Рис.9 Мобильная лаборатория, оснащенная устройством связи.

Для повышения качества связи в зонах со слабым покрытием интернетом, и для обеспечения связи между группой фитосанитарного мониторинга и лабораторным центром КазНИИЗиКР, разработана система подключения мобильной лаборатории к сети интернет. Использование возможностей современной интеллектуальной техники и диалоговых интернет-систем облегчат и ускорят обмен информацией и будут способствовать принятию своевременных и эффективных управленческих решений (рисунок 9).

Система предназначена для создания и поддержания надежного интернет-соединения в зонах, где интернет недоступен, для создания удобной инфраструктуры работы в поле и коммуникации с персоналом офиса. Данное устройство – это комплекс технологий, позволяющих находиться на связи всегда и везде, при помощи самых современных решений.

Данная система остро востребована в Казахстане, где многие обширные его территории не оборудованы вышками сотовой связи, в связи с чем интернет там недоступен. Система «Интернет на поле» позволяет улавливать даже самый слабый сигнал мобильной сети, усиливать его и воспроизводить, как точка доступа WiFi.

Это решение открывает множество возможностей для мониторинга в поле. Прямое подключение к сети интернет позволяет реализовать быструю отправку собранных материалов, ПЦР тесты и прочие документы прямо в офис для их ускоренной обработки и получения результатов прямо в поле, без необходимости ехать обратно в офис. Также полевые сотрудники получают возможность консультации с опытными учеными, у которых нет возможности ездить в командировки, в прямом эфире посредством “ZOOM” и прочих способов связи.

Учитывая особенности строения полевой лаборатории и цены решений, более оптимальным вариантом, стал именно метод приема и усиления 4G LTE сигнала при помощи ММО параболической антенны. Антенна осуществляет роль приемника сигнала, что передается с помощью оптических кабелей на маршрутизатор, являющийся одновременно и инжектором для сим-карты, и WiFi роутером, что создаёт свою собственную зону интернета прямо в поле (рисунок 10).



Рис. 10. Схема развертываемой инфраструктуры

Благодаря данной схеме научные сотрудники могут передавать свои исследования буквально в реальном времени, работать с профессиональным оборудованием, таким

как: дроны, высокоточные микроскопы, планшетная и компьютерная техника.

С помощью стабильной сети интернета возможна более быстрая и продуктивная работа, что повышает скорость обмена данными между полем и лабораторным центром.

Ruba LTE14D30 – антенна для Altel 4G. Данная модель имеет коэффициент усиления 14 dBi и работает в частотном диапазоне 1770-1840 MHz (на этой полосе работают базовые станции Altel). Панельная Lte антенна имеет двойную линейную поляризацию, вертикальную и горизонтальную, что значительно улучшает уровень и стабильность приема сигнала, как следствие скорость и качество работы интернета. С использованием антенны Ruba LTE14D30 скорость интернет-соединения в сети Altel 4G увеличивается в 2-3 раза, а удаление от базы может достигать десятки километров (зависит от мощности передатчика принимающего устройства).

Складная мачта. Мачта составная RadioТехник МА – 6, основанная на треугольной основе и состоящая из одного сегмента, отличается легкостью конструкции и установки. Трубы мачты имеют толщину 2 мм и диаметр 50 мм.

Шестиметровая мачта разработана для установки антенных комплексов. Устройство просто монтируется на плоскую поверхность даже в самых проблемных местах. Алюминиевая конструкция мачты надежно защищена от погодных условий благодаря специальному антикоррозионному покрытию.

Wi-Fi роутер и сим инжектор. LTE роутер Teltonika RUT955 относится к оборудованию промышленного назначения. Аппарат оснащен 4 портами Ethernet, модулем GPS, I/O, разъемами интерфейсов RS232/RS485. Роутер отличается высокой производительностью, необходимой для организации сотовых M2M систем. Резервировать большой объем данных позволят сим-карты, для установки которых предусмотрены два разъема. Добиться высоких скоростей подключения и увеличить уровень сигнала помогут четыре внешние антенны (рисунок 11).



Рис. 11. роутер WiFi и приёмник сигнала

Система питания. В мобильной лаборатории установлен генератор MC6500 на 5,5 квт. (рисунок 12).



Рис.12. Генератор MC6500 для обеспечения бесперебойного питания для необходимого оборудования

Он позволяет обеспечивать непрерывную подачу электроэнергии для всего

необходимого оборудования. Механизм подключения и применения. Порядок работы состоит в установке мачты с антенной, подключении ее контактов к маршрутизатору. Маршрутизатор работает как обычный домашний роутер, обеспечивая зону вокруг себя сетью WiFi. К данной сети подключаются ноутбуки, камеры, дроны и прочая необходимая аппаратура.

Применение: Видеосвязь и документирование. При наличии сети интернет, научные сотрудники могут общаться по видеосвязи со своими коллегами и обсуждать проблемные вопросы, не прибегая к посторонней помощи, без поиска зоны доступа к сети. Это позволяет решать вопросы максимально быстро и вести документацию в сети, присоединяясь к серверам института, без засорения съемных носителей и жестких дисков компьютеров.

Микроскоп. Система позволяет подключить микроскоп и передавать снимки в максимальном разрешении в центральную лабораторию КазНИИЗиКР.

Беспилотная техника. Благодаря надежной сети WiFi управление дронами больше не будет проблемой. Сбор данных о поле, опрыскивание пестицидами, разбрасывание удобрений, съёмка работ.

Видеотрансляция и видеоконференции. Скорость подключения (рисунок 13) позволяет вести полноценную видеотрансляцию с применением наголовных и нагрудных камер, смартфонов. Подобная схема работы ускоряет обмен информацией и принятие решений на поле. Данный способ позволяет наблюдателю видеть все происходящие «от первого лица» и четко понимать, что происходит на экране. Для видеотрансляции используется приложение ZOOM.



Рис. 13. Скорость подключения роутера мобильной лаборатории с подключенной антенной

Обсуждение и заключение. Проведен фитосанитарный мониторинг на посевах диверсификационных и плодовых культур (яблоня). По всем обследованным регионам (Северо-Казахстанская, Акмолинская, Костанайская, Западно-Казахстанская, Алматинская, Жетысуская, Жамбылская, Туркестанская и Кызылординская области) приводятся показатели - количества хозяйств, обследуемые площади, степень развития

болезней, предшественники, используемые сорта и проводимые защитные мероприятия. В полевых условиях против болезней на плодовых культурах (яблоне) изучена эффективность биофунгицидов и биопрепаратов с целью снижения пестицидной нагрузки. На опытах в полевых условиях установлено, что экологизированная система обеспечила не только высокую эффективность против болезней, но и позволила сохранить полезные виды насекомых, которые в определенной степени способствовали снижению популяций вредителей и болезней. Разработанная экологизированная система защиты позволила эффективно сдерживать развитие болезней. Результаты исследований показали, что использованные в опытах биопрепараты и пестициды не обнаруживаются в плодах яблони. Проведенное внедрение защитно-стимулирующих составов в северных регионах Казахстана показала, что прибавка урожая по двум вариантам по сравнению с эталоном составила от 9,8-20%. Таким образом, на основании результатов лабораторных и полевых исследований на юго-востоке и севере Казахстана получены результаты по разработки экологизированных систем защиты плодовых культур, которые будут апробированы в различных зонах Казахстана.

Разработаны научно-обоснованные методики прогнозирования распространения вредителей, болезней и эффективных методов борьбы с ними. В результате исследований разрабатывались научно-обоснованные методики прогнозирования 1 ограниченно распространенных карантинных вредных организмов на территории Республики Казахстан (бактериального ожога плодовых культур).

Благодарности. Статья написана в рамках проекта BR10765062267 «Повышение доступности знаний и научных исследований» подпрограмма 101 «Программно-целевое финансирование научных исследований и мероприятий» по специфике 154 «Оплата услуг по исследованиям». По НТП «Разработка технологий хранения плодов и винограда сортов отечественной селекции с целью получения органической продукции».

Литература:

1. Каюмов М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. - М.: Колос, 1978.
2. Можаяев Н.И. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. Растениеводство: Учебник. - Акмола, 1996.
3. Можаяев Н.И., Серикпаев Н.А. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур: Учебное пособие: Астана, 2008. – 121 с.
4. Пилай В.Ф. Методика изучения фауны и фенологии насекомых. - Воронеж, 1970. - 113 с.
5. Мегаев В.А. Выявление вредителей полевых культур. - М.: Колос, 1968.
6. Кирай З.И. Методы фитопатологии. - М.: Колос, 1976. - 343 с.
7. Хохряков М.К., Потлайчук В.И. Определитель болезней сельскохозяйственных культур. – М., 1984. - 304 с.
8. Бестужев-Лада И.В. Рабочая книга по прогнозированию. - М.: Мысль, 1982. 430 с.
9. Поляков И.Я. Прогноз распространения вредителей сельскохозяйственных культур. - М.: Колос, 1964. - 326 с.
10. Поляков И.Я. Контроль и прогноз — основа целенаправленной защиты растений / под ред. В. Энберт.- Берлин, 1982. - 352 с.
11. Поляков И.Я. Прогноз распространения вредителей сельскохозяйственных культур. - М.: Колос, 1964. - 326 с.
12. Johnson C.A., Johnson C.A., Coutinho R.M., Berlin E., Dolphin K.E. Effects of temperature and resource variation on insect population dynamics: the bordered plant bug as a case study // Function. Ecol.- 2016. - № 30(7). - P. 1122–1131.
13. Белецкий Е.Н. Фитосанитарное прогнозирование на Украине: история, методология, пути совершенствования // Защита и карантин растений. - 2015. - № 12. - С. 14–19.
14. Фролов А.Н. Современные направления совершенствования прогнозов и мониторинга // Защита и карантин растений. - 2011. - № 4. - С. 15–20.