РАЗДЕЛ I. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ахмадия А.А., Мирманов А.Б., Набиев Н.К.

Применение технических средства для мониторинга в сельском хозяйстве в онлайн режиме

*Казахский Агротехнический Университет им. С. Сейфуллина
(Казахстан, Нур-Султан)*

doi: 10.18411/lj-10-2020-01

idsp: ljjournal-10-2020-01

Аннотация

Данная статья может быть полезной для аграриев и фермеров, интересующихся технологиями дистанционного мониторинга в сельском хозяйстве с использованием современных технических и программных средств в онлайн режиме. В этой работе в качестве полигона для отработки этих технологий была выбрана Северо-Казахстанская Сельскохозяйственная опытная станция в село Чаглы, Аккаинского района. Эта опытная станция имеет порядка около 2400 гектаров посевного поля, большой парк сельхозтехники. Работа финансировалась в рамках проекта Программно-целевого финансирования Министерство Сельского Хозяйства Республики Казахстан. В качестве исполнителя проекта выступал Казахский Агротехнический Университет им. С. Сейфуллина. В рамках проекта было запланировано, первое, установка автоматической метеостанции на опытном поле, вместе с ним для мониторинга температуры и влажности почвы были применены беспроводные датчики, осуществляющие измерение и передачу этих данных по стандарту LoRaWAN. Вторая задача, установка оборудования для контроля за сельхозтехникой и транспорта, оно включала в себе контроль расхода топлива через датчики уровня топлива, контроль наполнения бункера комбайна через датчики уровня сыпучих материалов, контроль разгрузки зерна с грузовых автотранспортов через датчики угла наклона.

Ключевые слова: навигационные системы, датчики контроля сельхозтехники, автоматическая метеостанция.

Abstract

This article can be useful for farmers and farmers who are interested in remote monitoring technologies in agriculture using modern technical and software tools in online mode. In this work, the North Kazakhstan Agricultural experimental station in the village of Chagly, Akkainsky district, was chosen as a testing ground for testing these technologies. This experimental station has about 2,400 hectares of sown land and a large fleet of agricultural machinery. The work was funded under The project program-target financing of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan. The project was Implemented by the Kazakh agrotechnical University named after S. Seifullin. The project was planned, the first installation of automatic weather stations on the experimental field, with him to monitor temperature and soil moisture were applied to wireless sensors, performing the measurement and the data transfer standard LoRaWAN. The second task was to install equipment for monitoring agricultural machinery and transport, which included monitoring fuel consumption through fuel level sensors, monitoring the filling of the combine hopper through bulk material level sensors, and monitoring the unloading of grain from trucks through tilt angle sensors.

Keywords: navigation systems, sensors for monitoring agricultural machinery, automatic weather station.

Оперативные данные о погоде, о состоянии поля, о сельхозтехнике являются актуальными для фермеров, агрономов и крупных сельхозпроизводителей. Знание погоды позволяет планировать посев и уборку урожая на поле. Знание о состоянии поля позволяет рассчитать сколько вносить удобрение, проводить защиту от насекомых и сорных растений, проводить профилактику против заболеваний, проводить орошение при низкой влажности почвы и т.д.. Знание данных о сельхозтехнике позволяет фермерам рассчитать расходы на горюче-смазочные материалы, рассчитать производительность и урожайность.

Погодными данными являются влажность воздуха, температура окружающей среды, уровень ультрафиолета, осадки включая влажность и температура почвы непосредственно на полях. Данными от сельхозтехники являются: информация о передвижениях; расход топлива; урожайность по наполнению бункеров комбайна зерном. Такие данные можно получать в онлайн режиме непрерывно от метеостанций и через датчики установленных на сельхозтехнике. Современные метеостанции являются автоматическими, они способны измерять метеоданные и передавать их автоматически по известным сетям мобильной, интернет и телефонной связи. Наиболее известными производителями таких метеостанций являются компании Davis, Cairpos, Vaisala и т.д.. Производитель сельхозтехники John Deer в своих комбайнах предусмотрела передачу данных с датчиков об урожайности, расхода топлива и GPS координат. Теперь эти данные стали доступными реальном времени, их можно получать в онлайн режиме через приложения в смартфоне, планшеты и компьютеры, подключенные к Интернету. Большинство устройств с датчиками имеет соединение с интернетом через GSM, WiFi и LoRa. Данные с датчиков и GPS-треккеров поступают на тематические сервера которые имеют выделенные IP-адреса, веб-сайт. На этих тематических серверах данные обрабатывается и представляются в удобном для пользователя формате.

Технические средства для съема данных с датчиков сельхозтехники и данных от автоматических метеостанций известных производителей, годовая подписка на эти услуги, доступ к этим данным через их сервера являются пока недоступными для многих фермеров из-за дороговизны. Последние десять лет появились новые компании, которые начали предоставляют готовые программно-технические средства под ключ, данные стали доступны без годовой подписки. В этой статье показан опыт внедрения программно-технических средств российской компании «Эскорт» для сельскохозяйственного назначения. Техническое решение этой компании тестировалось на демонстрационных участках Северо-Казахстанской Сельскохозяйственной опытной станции (СК СХОС) в село Чаглы, Аккаинского района. Первое техническое решение этой компании представлено автоматической метеостанцией СОКОЛ-М1, она способна измерять локальные климатические данные и пересылать на тематический сервер www.sokolmeteo.com. Второе техническое решение этой компании включает датчики и навигационное оборудование устанавливаемое на сельхозтехнику с передачей данных на тематические сервера предоставленные IT-компанией ГЛОНАССсофт.

Метеорологическая обстановка на опытном поле СК СХОС.

Для получения достоверных метеорологических параметров: температуры воздуха, атмосферного давления, относительной влажности воздуха, уровня ультрафиолета солнечного излучения, скорости ветра, направления ветра и количества осадков с полей на территории сельскохозяйственной опытной станции (координаты 54°9'59.10"С 69°31'21.95"В) была установлена автоматическая метеорологическая станция «СОКОЛ-М1» (рис.1). После настройки метеостанции данные отображаются доступны через веб-страницу всем участникам проекта (рис.2).

Рисунок 1. Установка метеостанции на полях СК СХОС

Получаемая от метеорологических станций метеорологическая информация представляет собой совокупность синхронизированных временных рядов метеорологических величин (рис.2). Данные доступны в основных форматах обмена данными на сайте www.sokolmeteo.com: JSON, XML, CSV, TXT, SQL, MS-Excel. Метеорологические данные возможно получить в графическом виде в форматах: PNG, JPG, SVG, PDF. На рисунке 2 показаны данные с метеостанции СОКОЛ-М, установленной в СК СХОС.

Скриншот веб-интерфейса сайта www.sokolmeteo.com, отображающий табличные данные с метеостанции СОКОЛ-М1. Вверху страницы виден адрес <https://sokolmeteo.com/my/desktop> и панель управления с фильтрами по времени (20.07.19 21:40 - 27.07.19 21:40) и типу данных (Сутки, Неделя, Месяц, Прогноз). Таблица содержит следующие столбцы: Дата, Атмосферное давление, гПа, Температура, град. С, Скорость ветра усредненная, м/с, Осадки, мм, Скорость ветра, м/с, Уровень ультрафиолета, Вт/м2, Направление ветра, град., Влажность, %. В таблице представлено 20 записей за период с 24.07.2019 07:22:00 по 24.07.2019 12:52:00.

Дата	Атмосферное давление, гПа	Температура, град. С	Скорость ветра усредненная, м/с	Осадки, мм	Скорость ветра, м/с	Уровень ультрафиолета, Вт/м2	Направление ветра, град.	Влажность, %
24.07.2019 07:22:00	991	17.7	6.1	0	4.08	1.35	204	95
24.07.2019 07:52:00	992	17.83	5.81	0	5.97	3.65	218	92
24.07.2019 08:01:00	992	17.86	4.96	0	5.2	3.15	191	91
24.07.2019 08:22:00	992	17.95	5.12	0	5.15	3.85	204	91
24.07.2019 08:52:00	992	18.51	5.24	0	5.83	5.8	190	90
24.07.2019 09:01:00	992	18.77	5.99	0	5.37	4.75	182	87
24.07.2019 09:22:00	992	19.19	3.7	0	6.08	5.85	191	83
24.07.2019 09:52:00	992	19.69	3.96	0	6.15	3.6	195	84
24.07.2019 10:01:00	992	19.55	4.03	0	5.48	5.8	206	84
24.07.2019 10:22:00	993	20.18	5.71	0	4.88	6.25	185	83
24.07.2019 10:52:00	993	20.5	3.71	0	4.67	7.05	213	77
24.07.2019 11:01:00	993	20.63	4.93	0	5.19	7	201	76
24.07.2019 11:22:00	993	21.38	5.31	0	5.03	9.9	188	73
24.07.2019 11:52:00	993	22.39	5.23	0	4.46	10.15	222	70
24.07.2019 12:01:00	993	22.27	5.51	0	4.11	10.25	155	68
24.07.2019 12:22:00	993	22.92	4.91	0	4.28	7.55	182	65
24.07.2019 12:52:00	993	23.41	5.52	0	3.92	8.95	230	65

Рисунок 2. Метеорологические данные с СОКОЛ-М1 на сайте www.sokolmeteo.com: табличные данные.

Для получения данных о влажности и температуры были установлены беспроводные модули выносных датчиков (БМВД) в точках, указанных на карте (рис. 3). Максимальное удаление, по прямой, от автоматической метеостанции (базовая станция) СОКОЛ-М1 до самой дальней точкой составило 2,5 км. Точки 4 – 8 размещены на демонстрационных полях, в каждой точке измерение осуществлялось на глубинах 25 см, 50 см и 70 сантиметров. С этих точек БМВД отправляют данные по стандарту LoRa на базовую станцию каждый час.

Рисунок 3. Расположение беспроводных модулей выносных датчиков (БМВД) влажности и температуры почвы на точках 4 – 6 демонстрационном участке СК СХОС

Датчик влажности и температуры почвы представляет собой стеклотекстолитовую пластину. Принцип работы датчика построен на диэлектрической проницаемости почвы, зависящей от объемного содержания влаги. При установке на глубине, за счет вытянутой трапеции формы с заостренным концом, датчик помещен в плотный слой земли, что дает объективные данные об увлажнении почвы. Датчик подключается по кабелю к модулю, где происходит считывание показаний и отправка их по радиоканалу на метеостанцию. Процесс установки датчиков и подключения в БМВД показан на рисунке 4.

Рисунок 4. Установка датчиков на глубину (75, 50 и 25 см), подключение к БМВД

Данные по влажности и температуры почвы также регулярно появляются на сайте www.sokolmeteo.com (рис. 5). Эти данные были под кодовыми именами, как Ex4G0, Ex4G2, Ex4G4, Ex4T1, Ex4T3, Ex4T5. Из таблицы видно, что на глубине 75 см влажность почвы 79, на 50 и 25 см глубине влажность почвы 100, температура почвы на глубине 75 см - 13°C, 50 см - 12°C, 25 см - 11°C. При этом 100 соответствует относительной влажности около 30%.

Рисунок 5. Данные по влажности и температуры почвы для метки №3

Для улучшения качества сигнала, вызванной перепадами рельефа и листовой лесопосадки по прямой линии, на метеостанции и отдельных модулях были подняты антенны на дополнительную высоту. После проведения спектрального анализа качества радиоканала, в условиях с большим затуханием, уровень сигнала и качество передачи признано приемлемым. Спектральный анализ проводился с применением оборудования NI USRP – 2920, на частоте 868 МГц, с полосой в 250кГц (Параметры LoRa SF 8). В целом работа с автоматической метеостанцией и с БМВД показала хорошую работу если имелось хорошее покрытие GSM связи на месте и когда БМВД были расположены поближе в базовой станции СОКОЛ-М1. Данные с метеостанции можно привести в временной ряд и получать хорошие временные диаграммы, например, внизу представлена зависимость температуры окружающей среды с 22 марта до 9 сентября 2019 года (рис. 6), зависимость температуры почвы на разной глубине с 5 мая до 29 мая 2019 года (рис. 7).

Рисунок 6. Температура воздуха на поле, град. С° с 22 марта по 9 сентября 2019 года

Рисунок 7. Температура почвы на разной глубине с 5 мая по 29 мая 2019 года:
▲ 75 см; ● 50 см; ■ - 25 см.

Спутниковый мониторинг за сельхозтехникой на опытных полях СК СХОС.

В Казахском Агротехническом университете запущен тематический сервер, позволяющий проводить онлайн мониторинг за сельхозтехникой в СК СХОС. Мониторинг в режиме реального времени дает возможность контроля местонахождения и передвижения объектов на карте, отслеживание изменений таких параметров как: скорость движения объектов, уровень топлива, наполнение бункера, угол наклона кузова и других.

В системе реализован многоуровневый доступ к службам мониторинга, в зависимости от роли пользователя. Администрирование сервера производится сотрудниками университета (исполнители проекта), а пользовательский доступ открыт для сотрудников СК СХОС и других групп проекта. На данный момент, датчики установлены на 11 машин: четыре автомашины «КАМАЗ», четыре комбайна «ACROS», один посевной комплекс John Deere, один посевной комплекс Case IH, один бензовоз. Установка необходимых датчиков проводилась в СК СХОС с 5 мая по 29 мая 2019 года, исполнители - сотрудники кафедры «Радиотехники, электроники и телекоммуникации», КазАТУ. Все датчики были приобретены от российской компании «Эскаорт», телематический сервер от компании «ГЛОНАССсофт».

На грузовой транспорт были установлены GPS-трекеры, датчики уровня топлива, датчики наклона кузова, радиометки для идентификации «Свой-чужой» (рис. 8). На бензовоз были установлены GPS-трекеры, датчики уровня топлива на топливный бак и цистерну, датчик контроля раздачи топлива на «родной» счетчик (рис.9). На комбайны были установлены GPS-трекеры, датчики уровня топлива, датчики угла жатки, считыватель радиометки для идентификации «Свой-чужой» (рис.10).

Рисунок 8. Монтаж датчиков на автомашины «КАМАЗ»

Рисунок 9. Монтаж датчиков на бензовоз

Рисунок 10. Монтаж датчиков на комбайны ACROS 530

Для получения информации о состоянии датчиков на объекте и времени работы агрегатов проведено подключение установленных на технику датчиков к системе. Настройка каждого типа датчика проводилась в зависимости от типа назначения, типа входа, номера входа и стандарта физического уровня для интерфейса. Система позволяет строить маршруты движения транспортных средств (рисунок 11, 12), контролировать заправку и сливы топлива, видеть динамику расхода. Создавать отчеты информативные отчеты по основным технологическим процессам и работе датчиков.

Рисунок 11. Недельный маршрут движения комбайна ACROS 530 гос. номер 898Т (02.10.2019 – 09.10.2019)

Рисунок 12. Суточный маршрут движения комбайна Acros 530 госномер 898Т (09.10.2019)

Показателем успешности внедрения и технического переоснащения предприятий АПК современными средствами служат получение большого количества цифровых данных для повышения уровня точности прогнозирования. На примере, СК СХОС были внедрены инновации путем построения распределенной системы сбора и передачи метеорологических данных с использованием данных геоинформационных систем и мониторинга режиме on-line. Результаты внедрения повысили прогнозируемость урожайности на отдельных полях где были применены цифровые технологии, и позволили сократить расходы путем контроля непроизводительных затрат, позволили точно оценить производительность каждой сельхозтехники их вклад в уборочный период. Внедрение инноваций в предприятия АПК сопровождается экспериментальными и исследовательскими работами по повышению надежности и точности измерений. В следующем 2020 году предлагается добиться интеграции цифровых данных получаемых с датчиков сельхозтехники и данных с автоматической станции для разработки системы точного прогнозирования урожайности, прибыли, расходов и выработки решения. Работа будет полной если будут протестированы решения разных компаний предлагающие продукты для сельского хозяйства, по результатам которых будут даны рекомендации для фермеров, сельхозпроизводителей. Результаты работы будут полезны ведомствам Министерства Сельского Хозяйства РК для планомерной цифровизации в сельском хозяйства.

Данная работа выполнена в рамках ПЦФ МСХ РК, BR06349515 «Трансферт и адаптация инновационных технологий для оптимизации производственных процессов на молочных фермах Северного Казахстана».

***

1. Юмашев Ф. Цифровизация - ключевой фактор развития АПК // Казахстанская правда. 13 февраля 2018 г. С. 6.
2. Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана «Новые возможности развития в условиях Четвертой промышленной революции» // Казахстанская правда. 10 января 2018 г. С. 1-3.
3. Алетдинова А.А. Инновационное развитие аграрного сектора на основе цифровизации и создания технологических платформ // Инновационный журнал. 2017. №4 С.11-15.Источник №4
4. Гинзбург В. Технологии «умного» сельского хозяйства // Аграрный сектор. [Электронный ресурс] – 2017. – №11. – с. 131.
5. Измайлов А.Ю., Артюшин А.А., Бисенов Г.С. Перспективы использования навигационных систем ГЛОНАСС/GPS при транспортном обеспечении сельскохозяйственных организаций // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – No 2. – С. 16-20.
6. Бондаренко Ю.В. Методы полевых гидрологических и метеорологических исследований. [Текст]: учеб. пособие / Ю. В. Бондаренко. –2-е изд. доп. и исп. – Саратов.: Издательский центр «Наука», 2011. –202 с. -ISBN 978-5-9999-0885-8.