



**АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР УСТРОЙСТВ МОНИТОРИНГА
МЕТЕОДААННЫХ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ
ANALYTICAL REVIEW OF METEOROLOGICAL DATA MONITORING
DEVICES IN AGRICULTURAL PRODUCTION**

Акпасов Антон Павлович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, исполняющий обязанности заведующего отделом оросительных систем и гидротехнических сооружений, ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» (413123 Россия, Саратовская обл., Энгельсский р-н, р.п. Приволжский, ул. Гагарина, д. 1), тел. 8(8453) 75-44-20, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3252-7849>, 1a9@mail.ru

Кулявцева Анна Александровна, младший научный сотрудник отдела оросительных систем и гидротехнических сооружений, ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» (413123 Россия, Саратовская обл., Энгельсский р-н, р.п. Приволжский, ул. Гагарина, д. 1), тел. 8(8453) 75-44-20, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1869-4934>, Gornostaeva09@yandex.ru

Anton P. Akpasov, candidate of technical sciences, senior researcher, acting head of department of irrigation systems and hydraulic structures, Federal State Budgetary Scientific Institution «Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation» (Gagarina st., 1, w. s. Privolzhsky, Engels district, Saratov

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

region 413123 Russia), tel. 8(8453) 75-44-20, <https://orcid.org/0000-0002-3252-7849>,
1a9@mail.ru

Kulyavtseva Anna Aleksandrovna, junior researcher of the department of irrigation systems and hydraulic structures, Federal State Budgetary Scientific Institution «Volga Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation» (413123 Russia, Saratov Region, Engelsky district, Privolzhsky, Gagarina str., 1), tel. 8(8453) 75-44-20, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1869-4934>, Gornostaeva09@yandex.ru

Аннотация. В статье приводится обзор отечественных и зарубежных устройств мониторинга метеоданных, применяемых при возделывании сельскохозяйственных культур. Дано обоснование их применения в условиях экстремальных погодных условиях для своевременного принятия агротехнических решений с целью сохранения урожая. Представлены отечественные и зарубежные метеостанции, датчики влажности и температуры воздуха, указаны их технические и функциональные характеристики.

Abstract. The article provides an overview of domestic and foreign meteorological data monitoring devices used in the cultivation of agricultural crops. The rationale for their use in extreme weather conditions for timely adoption of agrotechnical decisions in order to preserve the harvest is given. Domestic and foreign weather stations, humidity and air temperature sensors are presented, their technical and functional characteristics are indicated.

Ключевые слова: микроклимат, датчик влажности и температуры воздуха, метеостанция

Keywords: microclimate, humidity and temperature sensor, weather station

В условиях засушливого климата Поволжья при возделывании сельскохозяйственных культур, в частности овощных, сельхозтоваропроизводители в основном отдают предпочтение капельному орошению, которое обеспечивает централизованную и регулируемую подачу

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

воды непосредственно в прикорневую зону возделываемых культур. В тоже время без обеспечения оптимальной влажности и температуры приземного слоя воздуха невозможно создать необходимый режим водопотребления растений. Даже при влажности почвы, благоприятной для вегетации растений, длительные суховеи жарких месяцев лета оказывают весьма негативное воздействие на листовую покров растений, что приводит к снижению урожайности и качества товарной продукции, а иногда и их полной потере [1].

Учитывая вышесказанное важно следить за температурой воздуха и степенью увлажненности почвы. Микроклиматические различия температуры и влажности воздуха могут быть прослежены и по показаниям приборов, расположенных в различных зонах участка посева. Но значительно ярче они будут проявляться в более близком к почве приземном слое воздуха. Напротив, при более высоком расположении датчиков они будут сглаживаться вследствие перемешивания воздуха при ветре. Поэтому для установления микроклиматических различий нужны наблюдения на различных высотах внутри приземного слоя воздуха. В определенной степени микроклимат отождествляется с климатом приземного слоя воздуха. Для оценки приземного микроклимата, используются наружные датчики влажности и температуры воздуха.

В последние годы в сельское хозяйство началось внедрение интернет-технологий, спутниковой связи и геопозиционирования, робототехники, датчиков и систем автоматизации [5].

Одним из ключевых элементов современного растениеводства является использование современных датчиков (сенсоров), позволяющих получать объективную информацию с полей (состояние посевов, контроль насекомых, температурный режим почвы и т.д.) и метеоданные.

Применение датчиков и сенсоров в сельскохозяйственной деятельности — важный шаг на пути к созданию интеллектуального сельхозпроизводства. Разнесенные на десятки квадратных километров, они могут непрерывно передавать по радиоканалам информацию о состоянии контролируемых

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

объектов — в частности, значение таких параметров, как влажность, температура почвы и воздуха, уровень здоровья растения и т.д. [2, 3, 4]

Наружные датчики влажности и температуры — это устройства, позволяющие одновременно решать две задачи: измерять относительную влажность и температуру окружающей среды. Рассмотрим различные модификации имеющихся датчиков влажности и температуры:

Преобразователь/датчик влажности и температуры для постоянной высокой влажности (производства E+E Elektronik ООО НПО "СПЕКТР") EE211 (рисунок 1) создан для предоставления точных и долгосрочных стабильных измерений в условиях высокой влажности (>85 % относительной влажности) и в условиях требуемого управления климатом. Включает в себя зонд влажности с подогревом и сменный зонд температуры. Дополнительно, до трех значений могут быть показаны одновременно на дополнительном подсвечиваемом дисплее.



Рисунок 1 – Преобразователь/датчик влажности и температуры для постоянной высокой влажности EE211

Высокая точность измерений влажности и температуры, возможность работы в условиях конденсации влаги, отображение на дисплее до 3х параметров, в том числе – точка росы, взвешенная влага в воздухе, абсолютная влажность, энтальпия, парциальное давление водяных паров, температура по влажному термометру, выносной металлический температурный сенсор [6].

Также существует датчик EE212 (рисунок 2) изготавливается в двух версиях - для настенного монтажа и монтажа в канал. Прибор оснащен двумя аналоговыми выходами и графическим дисплеем. Кроме измерения RH и T, датчик рассчитывает параметры, связанные с влажностью: температура точки росы, абсолютная влажность и коэффициент смешения.



Рисунок 2 – Датчик EE212

Основная измеряемая величина – температура $^{\circ}\text{C}$, влажность %RH. Диапазон температур: Рабочая температура, $^{\circ}\text{C}$ -40...+60; Точность измерений: Влажность/диапазон/точность 0...100 %; $\pm 3\%$ (10...90%) * $\pm 4\%$ (0...100%); Точность, RH $\pm 1,5\%$, $\pm 1,8\%$; Точность, $^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,3$ $^{\circ}\text{C}$ [3].

Датчик влажности и температуры воздуха ТМГ-01 (рисунок 3). Работает в температурных режимах от - 40 до +85 $^{\circ}\text{C}$. Имеет четырехразрядный светодиодный цифровой индикатор; количество каналов влажности и температуры - 3 (до 12). Измерение влажности влажность 0...100%; T - 40...+85 $^{\circ}\text{C}$ с введением поправки при изменении T окружающей среды. Погрешности измерения $\pm 1\%$; $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Термогидрометр состоит из термопреобразователя и преобразователя влажности в выходной сигнал



Рисунок 3 – Датчик влажности и температуры воздуха ТМГ-01

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Для получения более полной информации о метеорологических условиях при возделывании сельскохозяйственных культур и оперативном проведении агротехнических мероприятий датчики влажности и температуры воздуха применяются в составе метеостанций, которые снабжены современными интерфейсами, системами дистанционного управления и возможностью подключения дополнительных средств измерения погодных условий.

Сертифицированное средство измерения Метеостанция Sokol-M1 (рисунок 4) российского производства соответствующее Постановлению Правительства РФ от 16.11.2020 N 1847 «Об утверждении перечня измерений,



относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений», измеряющее основные метеорологические параметры, такие как: скорость и направление воздушного потока, температуру воздуха, влажность, атмосферное давление, уровень освещенности, количество и интенсивность жидких осадков. Метеостанция позволяет получать прогноз погоды на 3 дня с точностью 95% [4].

Рисунок 4 – Метеостанция Sokol-M1

С помощью технологии Lora к метеостанции можно подключить дополнительное беспроводное оборудование в радиусе до 10 км.

Станция имеет встроенную солнечную батарею и АКБ, работы которой хватает до 9 месяцев автономной работы (в тёплое время года).

Достаточно широк ассортимент метеостанций, датчиков и регистраторов данных для растениеводства WatchDog (США). Полнофункциональные метеостанции семейства WatchDog (рисунок 5) позволяют получать точную информацию о погоде в режиме реального времени прямо с поля. Они осуществляют мониторинг, запись и анализ более десятка важных экологических показателей и обеспечивают хранение данных в безопасной, энергонезависимой памяти [7].



Рисунок 5 – Полнофункциональные метеостанции семейства WatchDog

Выбор интервала измерений от 1 до 60 минут (хранит в течение 183 дней данные с 30 минутным интервалом). Возможно подключение нескольких ПК к станции, не влияя на процесс сбора данных.

Метеостанции серии WatchDog имеют несколько внешних каналов для подключения различных датчиков:

— датчик влажности почвы WaterScout SM 100 емкостного типа, который реагирует на изменения в содержании влаги в почве для применения лучших решений для орошения;

— датчик влажности почвы/ЕС/температуры WaterScout SMEC 300 – его карбоновые электроды обеспечивают большую измерительную поверхность электрической проводимости (ЕС);

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

— датчик CO₂ — недиспергирующий инфракрасный (НДИК) анализатор уровня углекислого газа, измеряет концентрацию в мг/м³;

— датчик LightScout регистрирует УФ-излучение в диапазоне 250-400 нанометров с последующим расчетом дневных норм;

— квантовый датчик света LightScout Quantum фиксирует излучение в диапазоне от 400 до 700 нм с последующим расчетом дневного освещения (точность is $\pm 5\%$);

— датчик влажности листьев, позволяет выявлять периоды, наиболее благоприятные для развития болезней растений. Принцип работы основан на изменении сопротивления между позолоченными дорожками при различных уровнях влажности. Возможно подключение до двух датчиков к погодной станции;

— датчик солнечной радиации LightScout — диапазон измерения от 300 до 1100 нанометров;

— внешний датчик температуры почвы, воздуха или воды;

— датчик включения/выключения орошения: позволяет проводить анализ взаимосвязи между периодами орошения и влажностью почвы, встраивается в систему полива, работает совместно с датчиком уровня почвенной влаги.

Рассмотрев датчики и используемые их метеостанции, можно отметить, что подчас сенсоры в растениеводстве ставят в один ряд с основными средствами производства, потому что работают они совместно. Использование метеостанций в сельскохозяйственном производстве позволяет получить значительный экономический эффект от установки датчиков и программного обеспечения для принятия своевременных агротехнических решений, а рост производства отечественных метеостанций и широкое применение их в различных сферах народного хозяйства поспособствует продовольственной безопасности страны.

Литература:

1. Акпасов А.П. Эффективность дождевания при комбинированном орошении / Акпасов А.П., Туктаров Р.Б., Кулявцева А.А. // Международный журнал прикладных наук и технологий «Интеграл». — 2/2023.
2. Бородычев В.В., Лытов М.Н. Система «анализ – визуализация данных – принятие решений» в составе ГИС управления орошением // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 2 (50). С. 37-43.
3. Майер А.В., Бочарников В.С., Долгополова Е.А. Разработка технических средств и метод определения интервала времени между увлажнениями в системе комбинированного орошения // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 1(25). С. 1-6.
4. Овчинников А.С., Бородычев В.В., Храбров М.Ю., Гуренко В.М., Майер А.В. Комбинированное орошение сельскохозяйственных культур // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 1(37). – С. 6-13.
5. <https://agriecomission.com/base/datchiki-dlya-umnogo-rastenievodstva>
6. <https://epluse.su/produkte/feuchte/indust/ee211.htm>
7. <https://sokolmeteo.ru/p-sokolm/?modal=params-popup>

References

1. Akpasov A. P. Effektivnost' dozhdevaniya pri kombinirovannom oroshenii / Akpasov A. P., Tuktarov R.B., Kulyavceva A.A. // Mezhdunarodniy zhurnal prikladnyh nauk i tehnologiy "Integra". – 2/2023.
2. Borodychev V.V., Lytov M.N. Sistema «analiz – vizualizaciya dannyh – prinyatie reshenij» v sostave GIS upravleniya orosheniem // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2018. № 2 (50). S. 37-43.
3. Majer A.V., Bocharnikov V.S., Dolgopolova E.A. Razrabotka tekhnicheskikh sredstv i metod opredeleniya intervala vremeni mezhdu uvlazhneniyami v

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

- sisteme kombinirovannogo orosheniya // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2012. № 1(25). S. 1-6.
4. Ovchinnikov A.S., Borodychev V.V., Hrabrov M.Yu., Gurenko V.M., Majer A.V. Kombinirovannoe oroshenie sel'skohozyajstvennyh kul'tur //Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2015. № 1(37). – S. 6-13.
 5. <https://agriecomission.com/base/datchiki-dlya-umnogo-rastenievodstva>
 6. <https://epluse.su/produkte/feuchte/indust/ee211.htm>
 7. <https://sokolmeteo.ru/p-sokolm/?modal=params-popup>

© Акпасов А.П., Кулявцева А.А., 2023 *Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №4/2023*

Для цитирования: Акпасов А.П., Кулявцева А.А. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР УСТРОЙСТВ МОНИТОРИНГА МЕТЕОДААННЫХ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ // Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №4/2023