

высоты подъёма и т.д.

Повышение эффективности эксплуатации НС оросительных систем на основе рекомендованных мероприятий по снижению интенсивности износа деталей центробежных и осевых насосов, путём выбора режимов работы, конструктивных изменений отдельных узлов, улучшением гидравлических характеристик водоприёмных сооружений и с организацией учёта водоподачи насосных агрегатов обеспечит экономию энергетических и материальных ресурсов, что даст возможность улучшить водообеспеченность орошаемых земель.

### **Библиографический список**

1. Бальзанников М.И. Совершенствование конструкций водоприемно-водовыпускных устройств гидроэнергетических установок. //Гидротехническое строительство. -1994. - №9. с. 21-23.
2. Гловацкий О.Я., Беглов И.Ф. Режим эксплуатации трансграничных насосных станций. // Водные ресурсы Центральной Азии.- Алматы. 2002. - №1. с.485-491.
3. Карелин В.Я. Изнашивание лопастных насосов. - М.: Машиностроение. 1983.- 168 с.

**УДК: 631.674.5:504.064.36**

**К вопросу об организации комплексного мониторинга**

## **работы дождевальной техники в режиме реального времени**

*В.В. Бородычев, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, М.Н. Лытов, кандидат сельскохозяйственных наук  
ВОЛГОГРАДСКИЙ ФИЛИАЛ ФГБНУ ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГИДРОТЕХНИКИ И МЕЛИОРАЦИИ  
ИМ. А.Н. КОСТЯКОВА, г. Волгоград, Россия*

На основе совокупности критериев, таких как расширение информационного поля, углубление и детализация информации о работе дождевальной техники в режиме реального времени, исключение дублирования потоков информации, - обоснованы комплексы показателей мониторинга работы дождевальной техники, обеспечивающие геопозиционный контроль дождевальной техники, контроль выполнения задания на полив, диагностику работы конструктивных элементов дождевальной техники, контроль экологической безопасности работы дождевальной техники в режиме реального времени.

On the basis of set criteria, such as the expansion of the information field, deepening and detailing information about the operation of sprinklers in real time, the elimination of duplication of data streams, - grounded sets of indicators for monitoring the operation of spray equipment, providing global positioning control sprinklers, control job at watering, diagnostics of structural elements sprinklers, control of environmental security, sprinklers in real-time.

Современной научной общественностью [1, 2, 3, 4 и др.] активно ведутся работы по совершенствованию конструкций гидромелиоративных систем с учетом новых требований и уровня развития технологий. Однако эффективное использование новых технических решений может быть обеспечено только при

наиболее полном согласовании режимов эксплуатации гидромелиоративных систем, биологических особенностей орошаемых культур, природных особенностей региона и агроландшафтной единицы. При этом степень дифференциации динамики этих критериев в пространстве и времени напрямую зависит от эффективности мониторинга исполняющих механизмов системы и требует реализацию функции слежения в режиме реального времени [5]. Собственно, возможность мониторинга технологических процессов в режиме реального времени можно считать одной из главных отличительных черт гидромелиоративных систем нового поколения.

Цель исследований – дать научное обоснование комплексов показателей – критериев мониторинга работы дождевальной техники в режиме реального времени. Исследуемым процессом в соответствии с поставленными задачами является процесс осуществления непрерывного контроля выполнения функций дождевальной техникой нового поколения в режиме реального времени. Методологической основой настоящей работы стали основы теории оптимальных и адаптивных систем, принципы координатных систем земледелия, методы функционального анализа в области информационных технологий [6, 7, 8]. Для каждого из показателей были определены возможные области применения, степень информативности и возможности использования в общей информационной модели мониторинга работы дождевальной техники. Отличительной особенностью исследований является организация показателей в функциональные комплексы, в которых информативность каждого из критериев дополняет друг друга.

Результаты исследований сведены в таблицу 1, в которой в абстрактной форме представлен анализ информационной сочетаемости комплексов показателей – критериев мониторинга работы дождевальной техники в режиме реального времени. Таблица организована таким образом, что все анализируемые показатели пересекаются между собой. В случае, если контроль одного показателя по виду и объему получаемой информации полностью замещает информативность другого показателя, то в таблице на пересечении

этих показателей ставили минус. Если контроль одного показателя по виду и объему получаемой информации дополняет информативность другого показателя, или совместный мониторинг показателей позволяет извлечь новую, полезную информацию (синергетический эффект), то в таблице на пересечении этих показателей ставили плюс.

Результаты анализа показывают, что глобальное спутниковое позиционирование и глобальное время являются ключевыми показателями мониторинга работы дождевальной машины в режиме реального времени. Сочетание данных глобального спутникового позиционирования, равно как и глобального времени, с любым из приведенных в таблице показателем обеспечивает получение полезной информации. По сути этим обеспечивается привязка мониторинговых данных к географической и временной позиции дождевальных машин.

С совместный мониторинг давления воды на гидранте (насосе дождевальной машины) с давлением на последнем аппарате дождевальной машины обеспечивает возможность контроля герметичности конструкции, исправности дождевальных аппаратов, изменения проходного сечения или гидравлической шероховатости водоподводящих трубопроводов. Главным преимуществом совместного контроля давления воды на гидранте (насосе ДМ) и последнем аппарате является простота организации такого рода мониторинга, возможность использования известных технологий и технически не сложных измерительных устройств. Недостатком совместного мониторинга давления воды на гидранте (насосе ДМ) и последнем аппарате является размытость получаемой информации.

Возможность измерения расхода воды на входе дождевальной машины в сочетании с контролем давления воды на гидранте (насосе ДМ) позволяет конкретизировать выводы, что соответственно повышает качество извлекаемой информации. Использование данных мониторинга давления воды в гидранте (насосе ДМ), последнем аппарате и расхода воды на входе дождевальной машины позволяет сделать объективные диагностические суждения, а также

оценить являются ли они критическими по уровню падения напора по длине дождевальной машины.

Организация непрерывного мониторинга расхода воды на дождевальных аппаратах вряд ли имеет практический смысл, как с технической точки зрения, так и с позиций получения полезной информации. Однако, контроль расходно-напорных характеристик дождевальных аппаратов в совокупности с организацией непрерывного мониторинга расхода воды на входе дождевальной машины при известном давлении воды на гидранте (насосе ДМ) позволяет конкретизировать диагностические суждения, за счет чего возрастает полезность извлекаемой информации. В частности:

Таблица 1 – Комплексы показателей инструментального мониторинга работы дождевальной техники

| Наименование показателя                               | № показателя | Номер показателя по порядку |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |  |
|-------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|--|
|                                                       |              | 1                           | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 13 | 14 | 16 | 18 |  |
| Данные глобального спутникового позиционирования      | 1            | X                           | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  |  |
| Глобальное время                                      | 2            | +                           | X | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  |  |
| Давление на гидранте или насосе ДМ                    | 3            | +                           | + | X | — | + | + | - | + | + | +  | +  | +  | +  | +  |  |
| Давление на первом аппарате ДМ                        | 4            | +                           | + | - | X | + | + | - | + | + | +  | +  | +  | +  | +  |  |
| Давление на последнем аппарате ДМ                     | 5            | +                           | + | + | + | X | - | - | - | - | +  | +  | +  | +  | +  |  |
| Расход воды на входе ДМ                               | 6            | +                           | + | + | + | - | X | + | + | + |    | +  | +  | +  | +  |  |
| Расход воды аппаратом                                 | 7            | +                           | + | - | - | - | + | X | - | - | +  | +  | +  | +  | +  |  |
| Скорость движения ДМ при поливе                       | 8            | +                           | + | + | + | - | + | - | X | - | +  | +  | +  | +  | +  |  |
| Время стояния на позиции (для ДМ позиционного полива) | 9            | +                           | + | + | + | - | + | - | - | X | +  | +  | +  | +  | +  |  |
| Размер капель дождя                                   | 10           | +                           | + | + | + | + | + | + | + | + | X  | +  | +  | +  | +  |  |
| Образование луж                                       | 13           | +                           | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | X  | +  | +  | +  |  |
| Скорость ветра и направление ветра                    | 14           | +                           | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | X  | +  | +  |  |
| Температура воздуха и относительная влажность воздуха | 16           | +                           | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | X  | +  |  |
| Средняя интенсивность дождя с перекрытием             | 18           | +                           | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | X  |  |

– если фактический расход воды на входе дождевальной машины,  $q_{\text{факт.}}$ , больше нормативных значений, определенных по давлению воды на гидранте (насосе ДМ) с учетом напорно-расходной характеристики дождевальной машины,  $q_{\text{норм.}}: q_{\text{факт.}} > q_{\text{норм.}}$ , а расход воды совокупностью аппаратов меньше расхода воды на входе дождевальной машины:  $\sum q_{\text{ап.}} < q_{\text{факт.}}$ , то имеет место разгерметизация конструкций дождевальной машины; тогда при  $\sum q_{\text{ап.}} = q_{\text{факт.}}$

– аппарат (совокупность аппаратов) неисправен или не соответствует конструкции дождевальной машины;

– если фактический расход воды на входе дождевальной машины,  $q_{\text{факт.}}$ , меньше нормативных значений, определенных по давлению воды на гидранте (насосе ДМ) с учетом напорно-расходной характеристики дождевальной машины,  $q_{\text{норм.}}: q_{\text{факт.}} > q_{\text{норм.}}$ , а расход воды аппаратом (совокупностью аппаратов) равен нормативным значениям:  $q_{\text{ап.}} = q_{\text{норм. ап.}}$ , то имеет место изменение проходного сечения или гидравлической шероховатости водоподводящего трубопровода; тогда при  $q_{\text{ап.}} < q_{\text{норм. ап.}}$  – засорен водовыпуск дождевального аппарата.

На практике целесообразно проводить периодический контроль расходно-напорных характеристик дождевальных аппаратов с выбраковкой последних при превышении допустимого уровня отклонений.

Контроль скорости движения дождевальной машины при производстве поливов в сочетании с мониторингом давления воды на гидранте (насосе ДМ) при известных расходно-напорных характеристиках, позволяет вести дифференцированный учет фактического объема воды, подаваемого по секторам орошаемого участка. Учет колебаний давления воды на гидранте (насосе ДМ) при известной скорости движения дождевальной позволяет отследить отклонения от графика-задания на проведение полива и, при необходимости, назначить компенсационные мероприятия.

Организация непрерывного мониторинга давления воды на гидранте (насосе ДМ) в сочетании контролем размера капель дождя позволяет оценить

критические пороги диапазона рабочих напоров для дождевальной машины по физическим показателям. При этом реализуется возможность учета почвенного покрова орошаемого участка, особенностей растительного покрова, биологических требований орошаемой культуры по фенологическим фазам.

Факт образования луж на поверхности орошаемого участка свидетельствует об опасности формирования поверхностного стока и развития ирригационной эрозии.

Измерение скорости и направления ветра позволяет контролировать условия, в которых осуществляется полив. Организация непрерывного мониторинга этих показателей позволяет оценить условия, при которых проведение полива не эффективно или недопустимо и, соответственно, скорректировать работу дождевальной машины.

Температура и относительная влажность воздуха также позволяет контролировать условия, в которых осуществляется полив. Непрерывный контроль этих показателей позволяет оценить энергетические ресурсы атмосферы и контролировать потери воды на испарение при дождевании.

Мониторинг средней интенсивности дождя с перекрытием позволяет оценить опасность образования луж, поверхностного стока и развития ирригационной эрозии. Мониторинг этого показателя в сочетании контролем давления воды на гидранте (насосе ДМ) позволяет детально оценить эту связь для конкретных конфигураций дождевальных машин.

Контроль фактического расхода воды на входе дождевальной машины в совокупности с известной скоростью движения машины позволяет оценить отклонения от графика-задания на полив и, при необходимости, провести компенсационные мероприятия.

Таким образом, совокупный контроль рассматриваемых в статье мониторинговых показателей при правильной организации информационных сегментов позволяет: определять координаты места нахождения дождевальной машины, контролировать кинематику и динамику перемещения машины, время стояния машины на позиции; получать информацию о нахождении машины в

работе, простое или холостом перемещении, контролировать соответствие фактических напоров рабочим характеристикам машины, вести расчетный мониторинг производительности дождевальной машины и параметров выполнения задания на полив; получать общую информацию о техническом состоянии конструкций дождевальной машины с оценкой возможности выполнения основных функций; проводить инструментальный контроль производительности дождевальной машины с возможностью прямого мониторинга параметров выполнения задания на полив; проводить инструментальный контроль изменения напорно-расходных характеристик дождевальных аппаратов с последующим уточнением информации о техническом состоянии конструкций дождевальной машины, дифференцированием диагностических суждений; проводить физический мониторинг качества дождя с оценкой возможности продолжения полива, вырабатывать диагностическую информацию о причинах снижения качества дождя; проводить инструментальный контроль образования луж на поверхности орошаемого участка с прогнозированием возможности поверхностного стока и развития ирригационной эрозии, вырабатывать диагностические суждения о причинах образования луж на поверхности орошаемого участка.