

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

УДК: 631.674.5:504.064.36

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ  
РАССРЕДОТОЧЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ  
МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ОРОШЕНИЕМ****THE SPATIAL ORGANIZATION OF THE FUNCTIONAL MODULES  
OF THE DISPERSED INFORMATION SYSTEM  
OF MONITORING AND CONTROL OF THE IRRIGATION****В.В. Бородычев**, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук  
**М.Н. Лытов**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**V.V. Borodychev, M.N. Lytov***ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский  
институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова**Federal state budgetary scientific institution all-Russian research Institute of hydraulic engineering  
and land reclamation them. A. N. Kostyakova*

В работе рассматриваются актуальные вопросы создания современных автоматизированных систем мониторинга и управления в гидромелиоративном секторе агропромышленного комплекса России. Цель исследований заключается в обосновании научных подходов к оптимальной пространственной организации функциональных модулей рассредоточенной информационной системы мониторинга и управления орошением. Материалами исследований являются известные классификации систем реального времени, классические положения теории информационных систем, модели мониторинга и управления орошением в системе планового водопользования. Рассмотрены классические компоновки информационных систем с сервером и на основе прямой трансляции мониторинговой и управляющей информации без серверной части. Признаны перспективными варианты с объединением операционно-вычислительного модуля и автоматизированного рабочего места в без серверной информационной системе, а также аппаратного совмещения операционно-вычислительного модуля и сервера в серверной информационной системе. Показано, что схема организации информационной системы без сервера целесообразна лишь в частных случаях, с одним оператором контроля и управления, то есть применима в относительно несложных системах. Серверная информационная система с объединенными функциями сервера и операционно-вычислительного модуля позволяет обойтись организацией двух каналов передачи данных в прямом направлении и еще двух, – для организации интерактивного взаимодействия. При этом сохраняется полный функционал классической серверной информационной системы.

In operation topical issues of creation of the modern automated monitoring systems and control in irrigation farming of agro-industrial complex of Russia are considered. The purpose of researches consists in justification of scientific approaches to the optimum spatial organization of the functional modules of the dispersed information system of monitoring and control of an irrigation. Materials of researches are known classifications of systems of real time, classical provisions of the theory of information systems, models of monitoring and control of an irrigation in system of plan water use. Classical configurations of information systems with the server and on the basis of a live broadcast of monitoring and controlling information without a server part are considered. Options with combining of the operational and computing module and an automated workplace in without a server information system, and also the hardware combination of the operational and computing module and the server in a server information system are recognized perspective. It is shown that the diagram of the organization of an information system without the server is expedient only in special cases, with one operator of monitoring and control, that is applicable in rather simple systems. The server information system with the integrated functions of the server and the operational and computing module allows to manage the organization of two data links in the direct direction and two more, - for the organization of interactive interaction. The complete functionality of a classical server information system thus remains.

**Ключевые слова:** орошение, мониторинг, управление, информационная система, система реального времени.

**Key words:** irrigation, monitoring, control, information system, system of real time.

Функция интеллектуального автоматизированного управления позиционируется качественной характеристикой гидромелиоративных систем нового поколения [8]. Этот уровень развития техники и технологий предполагает исключение человека из операционного процесса, с участием на более высоких управляющих уровнях. Наряду с совершенствованием алгоритмов стратегического и среднесрочного планирования, гидромелиоративные системы нового поколения предполагают качественное усиление функции контроля и управления орошением в режиме реального времени. Специфика систем реального времени требует решения целого комплекса задач, важнейшей из которых является оптимальная организация контролирующих и исполнительных функциональных модулей [2-3].



Рисунок 1 – Информационная система мониторинга и управления орошением с серверной схемой организации обмена информацией

**Материалы и методы.** Современное развитие информационных систем стало возможным и достигло своего уровня в большой степени благодаря совершенствованию технологий передачи данных. Современные протоколы радиосвязи, GSM, GPRS, интернет-технологии определили возможность создания и эффективного использования пространственно-рассредоточенных информационных систем, в которых отдельные аппаратные модули могут не только удаленно размещаться друг относительно дру-

га, но и выполняться в мобильных форматах [5]. Вместе с тем, трансляция данных является одним из наиболее уязвимых мест информационных систем и, в особенности, – систем реального времени. Поэтому, рассредоточение функциональных модулей информационной системы мониторинга и управления орошением следует рассматривать как технологическую возможность, целесообразность использования которой должна быть проверена на соответствие требованиям систем реального времени. Другим, важным направлением совершенствования информационных систем реального времени является объединение ресурсов функциональных блоков. Особенно актуально это в отношении информационной цепочки «операционно-вычислительный модуль – сервер – автоматизированное рабочее место».

Цель исследований – разработать научные подходы к оптимальной пространственной организации функциональных модулей рассредоточенной информационной системы мониторинга и управления орошением. В качестве материалов исследований использованы известные классификации систем реального времени, классические положения теории информационных систем, модели мониторинга и управления орошением в системе планового водопользования [9, 6, 7]. Методология исследований основана на известных положениях методики проектирования систем реального времени, теории управления процессами, теории приоритетного обслуживания и критических ресурсов, современных методов функционального анализа в области информационных технологий [4, 10, 1].

**Результаты и обсуждение.** Рассмотрим наиболее известные и перспективные варианты организации функциональных модулей в единой информационной системе мониторинга и управления орошением.

Всё многообразие информационных систем условно можно разделить на серверные и не серверные. Сервер в современном понимании информационной системы является, по сути, специализированными выделенными ресурсами, обеспечивающими интерактивное взаимодействие со множеством автоматизированных рабочих мест и одним или несколькими операционно-вычислительными модулями. Сервер выполняет специализированные, типизированные функции, обеспечивая хранение и обмен информацией, возможность доступа работы с информацией с различных рабочих мест. Это ключевой функциональный блок при организации «коллективной» работы, с возможностью управления доступом к информации, полномочий на использование, внесение и изменение данных. На рисунке 1 представлена типизированная информационная система мониторинга и управления орошением с серверной схемой организации обмена информацией. Здесь структурно выделяются, по крайней мере, четыре функциональных блока, соединение между которыми связано с необходимостью организации трансляции данных:

– система мониторинга и исполнения управляющих действий. Функционально и по составу аппаратной части, безусловно, необходимо разделять систему мониторинга и систему исполнения управляющих действий. Однако, обе системы, в данном случае привязаны к одному и тому же объекту управления и могут быть объединены в плане использования каналов и аппаратного обеспечения функции передачи-приема информации. Данная система транслирует значения измеренных данных (мониторинговой информации) и принимает информацию (инструкции) для выполнения управляющих действий;

– операционно-вычислительный модуль. Это главный модуль, ответственный за обработку данных и создание информационных полей. Он обеспечивает обработку первичной (мониторинговой) информации, производит модельные вычисления, определение оптимальных областей управляющих решений. Модуль может содержать как собственные инструкции по обработке данных и выработке информации, так и запрашивать их с сервера. В общем случае модуль транслирует обработанную мониторинговую информацию, результаты моделирования контролируемых объектов или процессов, ранжированный список управляющих решений и осуществляет прием мониторинговых данных, инструкций с сервера и т.д.;

– сервер обеспечивает хранение данных и обмен информацией между различными функциональными блоками информационной системы. В рамках рассматриваемой информационной модели сервер осуществляет трансляцию обработанных мониторинговых данных, результаты моделирования контролируемых объектов или процессов, ранжированный список управляющих решений и осуществляет прием инструкций, настроек, априорной информации со стороны оператора автоматизированного рабочего места;

– автоматизированное рабочее место обеспечивает взаимодействие с оператором информационной системы. Как функциональный блок системы автоматизированное рабочее место обеспечивает вывод в наиболее удобной для восприятия форме информации о состоянии объекта (процесса), необходимости выполнения управляющих действий, возможных и оптимальных управляющих действиях, позволяет организовать интерактивное взаимодействие оператора со всеми функциональными модулями информационной системы, а также системы управления. В рамках рассматриваемой информационной модели автоматизированное рабочее место оператора осуществляет прием обработанных мониторинговых данных, результаты моделирования контролируемых объектов или процессов, ранжированный список управляющих решений и обеспечивает трансляцию информации о настройках и инструкциях работы сервера, инструкциях для операционно-вычислительного модуля, информацию об управляющих действиях для системы управления объектом (процессом).

Таким образом, организация информационной системы по представленной схеме требует не менее трех каналов связи для передачи информации в одну сторону и еще столько же – для организации интерактивного взаимодействия. При этом важно учитывать, что на организацию трансляции каждого из потоков информации, его передачу и прием, регистрацию полученных данных тратится время, что в свою очередь снижает эффективность работы систем реального времени.

Одним из применяемых сегодня вариантов сокращения времени взаимодействия между модулями информационной системы является организация без серверной информационной системы (рисунок 2).

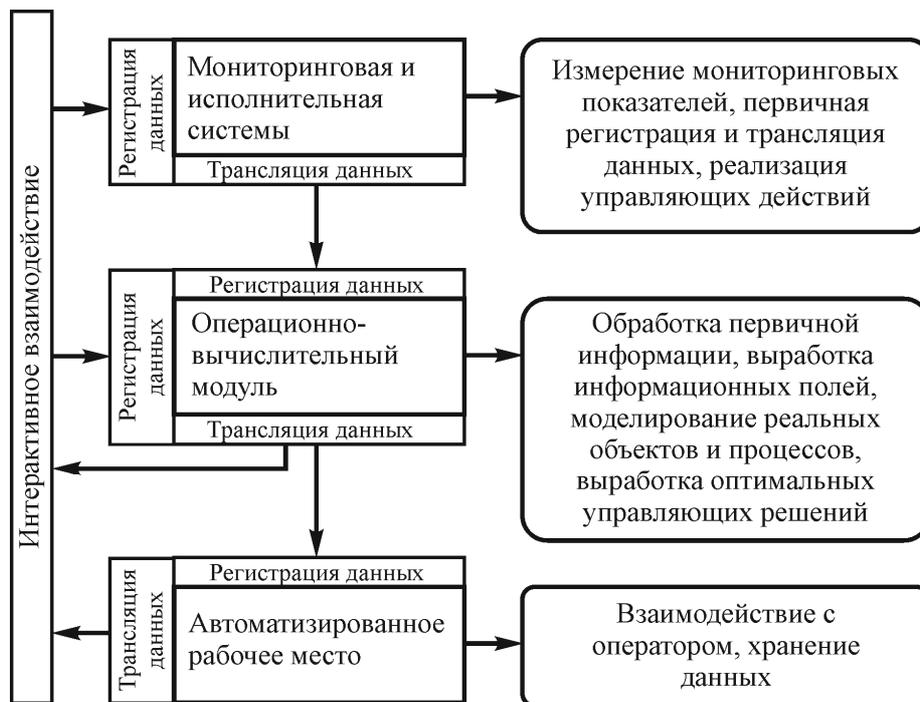


Рисунок 2 – Информационная система мониторинга и управления орошением со схемой организации обмена информацией без сервера

В этом случае система мониторинга и исполнения управляющих действий и операционно-вычислительный модуль работают по стандартным алгоритмам, а аппаратная часть автоматизированного рабочего места оператора реализует часть функций сервера в части организации хранения информации. В зависимости от ресурсов автоматизированного рабочего места могут быть использованы полнофункциональные базы данных (например, на стационарных автоматизированных рабочих местах) или реализована возможность частичного (временного) хранения информации (в частности, для вариантов с мобильным автоматизированным рабочим местом). Организация информационной системы мониторинга и управления орошением по бессерверной схеме позволяет сократить число каналов передачи информации до 2-х плюс еще столько же для организации интерактивного взаимодействия. Следует признать, подобная схема организации информационной системы целесообразна лишь в частных случаях, с одним оператором контроля и управления, то есть применима в относительно несложных системах.

Современный уровень развития микроэлектроники позволяет создавать эффективные, компактные вычислительные системы, мощность которых вполне обеспечивает возможность решения многих задач по обработке информации и принятию оптимальных решений в области управления орошением. Это позволяет даже в мобильном варианте аппаратно совмещать функции операционно-вычислительного модуля и автоматизированного рабочего места оператора (рисунок 3). В этом случае требуется всего два канала связи: один – для передачи информации в прямом направлении и еще один, – для интерактивного взаимодействия с системой мониторинга и управления орошением. Недостатком такой схемы является существенный рост потребности в вычислительных ресурсах и, как следствие, стоимости автоматизированного рабочего места оператора. Кроме того, при наличии нескольких операторов для каждого из них требуется организация дополнительных каналов связи, непосредственно, между объектом управления и автоматизированным рабочим местом.

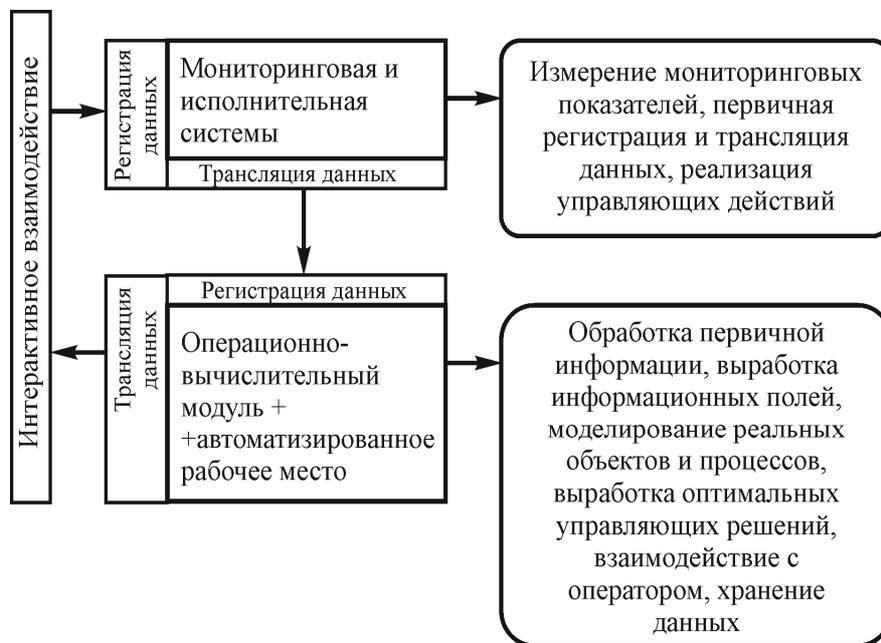


Рисунок 3 – Информационная система мониторинга и управления орошением с модульным объединением операционно-вычислительного центра и автоматизированного рабочего места оператора управления

В этом случае целесообразно использовать серверную информационную систему с аппаратным объединением функций сервера и операционно-вычислительного модуля (рисунок 4).



Рисунок 4 – Информационная система мониторинга и управления орошением с модульным объединением операционно-вычислительного центра и сервера

Серверная информационная система с объединенными функциями сервера и операционно-вычислительного модуля позволяет обойтись организацией двух каналов передачи данных в прямом направлении и еще двух, – для организации интерактивного взаимодействия. При этом сохраняется полный функционал классической серверной информационной системы.

**Заключение.** Таким образом, в зависимости от пространственной организации функциональных модулей рассредоточенной информационной системы мониторинга и управления орошением существенно зависит потребность в каналах передачи данных. Применение предложенных схем аппаратного объединения функциональных модулей системы мониторинга и управления орошением позволяет сократить число используемых каналов связи, что отражается на быстродействии информационной системы и позволяет организовать ее работу в режиме реального времени.

#### Библиографический список

1. Андреев, В.К. Вопросы прикладного функционального анализа [Текст]/ В.К. Андреев. – Красноярск: КрасГУ, 2007. – 128 с.
2. Бородычев, В.В. Аппаратное обеспечение мониторинга работы дождевальной техники на основе технологий глобального спутникового позиционирования [Текст] / В.В. Бородычев, Е.Э. Головинов, М.Н. Лытов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2016. – № 2. – С. 48-52.
3. Бородычев, В.В. Геопозиционный синтез мониторинговых данных и возможности их использования в режиме реального времени [Текст]/ В.В. Бородычев, М.Н. Лытов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – №1. – С. 168-177.

4. Древис, Ю.Г. Системы реального времени: технические и программные средства [Текст]/ Ю.Г. Древис. – М.: МИФИ, 2010. – 320 с.
5. Когаловский, М.Р. Перспективные технологии информационных систем [Текст]/ М.Р. Когаловский. – М.: ДМК Пресс, М.: Компания АйТи, 2003. – 288 с.
6. Кизяев, Б.М. Водопользование и водоучет на водохозяйственных и мелиоративных системах агропромышленного комплекса страны [Текст]/ Б.М. Кизяев, А.Е. Погодаев, Е.Г. Филиппов. – М.: ВНИИА, 2004. – 132 с.
7. Оптимальное управление поливами на основе современных вычислительных алгоритмов [Текст]/ В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, А.С. Овчинников, В.С. Бочарников //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 4 (40). – С. 21-28.
8. Оросительные системы России: от поколения к поколению [Текст] : монография / В.Н. Щедрин, А.В. Колганов, С.М. Васильев, А.А. Чураев. – В 2 ч. – Новочеркасск: Геликон, 2013. – 590 с.
9. Планирование водопользования при орошении сельскохозяйственных культур [Текст]/ Г.В. Ольгаренко, Т.А. Капустина, Д.Г. Ольгаренко, Ф.К. Цекоева. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 172 с.
10. Чефранов, А.Г. Проектирование систем реального времени [Текст]/ А.Г. Чефранов, Р.В.Троценко. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 226 с.

#### References

1. Andreev, V. K. Voprosy prikladnogo funkcional'nogo analiza [Tekst]/ V. K. Andreev. - Krasnoyarsk: KrasGU, 2007. - 128 s.
2. Borodychev, V. V. Apparatnoe obespechenie monitoringa raboty dozhdaval'noj tehniky na osnove tehnologij global'nogo sputnikovogo pozicionirovaniya [Tekst] / V. V. Borodychev, E. Je. Golovinov, M. N. Lytov // Puti povysheniya jeffektivnosti oroshaemogo zemledeliya. - 2016. - № 2. - S. 48-52.
3. Borodychev, V. V. Geopozicionnyj sintez monitoringovyh dannyh i vozmozhnosti ih ispol'zovaniya v rezhime real'nogo vremeni [Tekst]/ V. V. Borodychev, M. N. Lytov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - №1. - S. 168-177.
4. Drevis, Yu. G. Sistemy real'nogo vremeni: tehicheskie i programmnye sredstva [Tekst]/ Yu. G. Drevis. - M.: MIFI, 2010. - 320 s.
5. Kogalovskij, M. R. Perspektivnye tehnologii informacionnyh sistem [Tekst]/ M. R. Kogalovskij. - M.: DMK Press, M.: Kompaniya AjTi, 2003. - 288 s.
6. Kizyaev, B. M. Vodopol'zovanie i vodouchet na vodohozyajstvennyh i meliorativnyh sistemah agropromyshlennogo kompleksa strany [Tekst]/ B. M. Kizyaev, A. E. Pogodaev, E. G. Filippov. - M.: VNIIA, 2004. - 132 s.
7. Optimal'noe upravlenie polivami na osnove sovremennyh vychislitel'nyh algoritmov [Tekst]/ V. V. Borodychev, M. N. Lytov, A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov //Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 4 (40). - S. 21-28.
8. Orositel'nye sistemy Rossii: ot pokoleniya k pokoleniyu [Tekst] : monografiya / V. N. Schedrin, A. V. Kolganov, S. M. Vasil'ev, A. A. Churaev. - V 2 ch. - Novocherkassk: Gelikon, 2013. - 590 s.
9. Planirovanie vodopol'zovaniya pri oroshenii sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Tekst]/ G. V. Ol'garenko, T. A. Kapustina, D. G. Ol'garenko, F. K. Cekoeva. - M.: FGBNU "Rosinformaгротех", 2014. - 172 s.
10. Chefranov, A. G. Proektirovanie sistem real'nogo vremeni [Tekst]/ A. G. Chefranov, R. V. Trocenko. - Taganrog: Izd-vo TRTU, 2005. - 226 s.

**E-mail:** vkovniigim@yandex.ru