

3. Сайт компании DFRobot <http://www.dfrobot.com/> (дата обращения: 21.04.2011).
4. Сайт компании K-Team <http://www.k-team.com/> (дата обращения: 21.04.2011).
5. Чернухин Ю.В. Нейропроцессорные сети. – М.: Изд-во ТРТУ, 1999. – 439 с.
6. Чернухин Ю.В., Сапрыкин Р.В., Бутов П.А. Подходы к реализации нейросетевых систем управления мобильными роботами // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 1 (114). – С. 157-162.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Я.Е. Ромм.

**Чернухин Юрий Викторович** – Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге; e-mail: [chernukhin@dce.tsure.ru](mailto:chernukhin@dce.tsure.ru); 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.; тел.: 88634371656; кафедра вычислительной техники; профессор.

**Сапрыкин Роман Владимирович** – e-mail: [rsaprykin@gmail.com](mailto:rsaprykin@gmail.com); кафедра вычислительной техники; ведущий инженер.

**Бутов Павел Александрович** – e-mail: [pbootoff@gmail.com](mailto:pbootoff@gmail.com); кафедра вычислительной техники; аспирант.

**Доленко Юрий Сергеевич** – e-mail: [dolenko.yury@gmail.com](mailto:dolenko.yury@gmail.com); кафедра вычислительной техники; аспирант.

**Chernukhin Yuri Victorovich** – Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: [chernukhin@dce.tsure.ru](mailto:chernukhin@dce.tsure.ru); 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371656; the department of computer engineering; professor.

**Saprykin Roman Vladimirovich** – e-mail: [rsaprykin@gmail.com](mailto:rsaprykin@gmail.com); the department of computer engineering; engineer.

**Butov Pavel Alexandrovich** – e-mail: [pbootoff@gmail.com](mailto:pbootoff@gmail.com); the department of computer engineering; postgraduate student.

**Dolenko Yuri Sergeevich** – e-mail: [dolenko.yury@gmail.com](mailto:dolenko.yury@gmail.com); the department of computer engineering; postgraduate student.

УДК 621.321

**Г.Л. Виноградова, А.Н. Серёдкин**

## **МОДЕЛИ ОЦЕНКИ НАДЁЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКОМАШИННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИЕЙ**

*Показаны необходимость и возможность автоматизации управления в региональных структурах агропромышленного комплекса. Рассмотрена организация реализации управленческих функций в трёхуровневой системе с подсистемами с различной степенью автоматизации. Дано формализованное описание факторов качества управленческих решений, принимаемых в человекомашинной системе (ЧМС). Исследуется влияние надёжности ЧМС-управления организацией на качество управленческих решений. Рассматриваются вопросы оценки надёжности человекомашинной системы управления системой сельскохозяйственной потребительской кооперации (СПоК). Предложены система показателей и расчётные формулы оценки надёжности ЧМС.*

*Модели; принятие решений; информационная система; надёжность.*

G.L. Vinogradova, A.N. Seredkin

### MODEL EVALUATION OF RELIABILITY MAN-MACHINE SYSTEMS MANAGEMENT OF AGRICULTURAL CONSUMER COOPERATION

*It submitted the necessity and possibility of automation in the regional structure of agriculture. It considered the organization of the implementation of management functions in three-level system with the subsystems with varying degrees of automation. A formalized description of the factors of quality management decision-making to be taken in man-machine system (MMS) is offered. The influence of the reliability of the MMS management of the organization on the quality of management decisions is investigated. The questions assess the reliability of man-machine management system of agricultural consumer cooperatives (ACC) are considered. System of indicators and the design formulas assess the reliability of MMS are offered.*

*Models; decision making; information system; reliability.*

Потребительская кооперация России является одной из крупнейших систем, осуществляющих торговую, заготовительную, производственную деятельность, оказывающих социальные и бытовые услуги населению, производящих сельскохозяйственную продукцию. В условиях формирования рыночной экономики в России малый и средний агробизнес, который представлен в сельском хозяйстве крестьянскими (фермерскими) и товарными личными подсобными хозяйствами, стал составным элементом экономики. На современном этапе развития экономики при поддержке всех структур власти залогом успеха развития АПК является многоуровневая система управления сельскохозяйственной потребительской кооперации (СПоК) [1].

В условиях становления, развития и всесторонней поддержки системы СПоК существенной проблемой её функционирования является дезинтеграция участников на рынке АПК, которая формирует следующие проблемы, замедляющие развитие СПоК как единой системы:

- ◆ отсутствие полного информационного обеспечения стратегическим управлением потребительской кооперацией в структуре АПК;
- ◆ невозможность своевременного получения достаточной информации о развитии российской экономики и воздействия изменений непосредственно на кооператоров;
- ◆ отсутствие общих принципов и механизмов взаимодействия и совместного развития потребительской кооперации;
- ◆ избыточный и неэффективный аппарат управления на всех уровнях системы, что затрудняет выработку адекватных управленческих решений;
- ◆ отсутствие централизованного учёта информации о сельскохозяйственной кооперации, пайщиках и результатах деятельности кооперативов.

Одним из подходов по устранению перечисленных проблем является создание единого информационного пространства для всех уровней системы управления СПоК, обеспечивающей рациональную организацию системы сбора и анализа потоков информации. Однако, несмотря на повсеместную информатизацию общества, применение информационных систем и технологий в АПК в настоящий момент в России является недостаточным [2]. Анализ работ, посвящённых проблемам информационной поддержки различных направлений деятельности в АПК, показал, что основными тенденциями в автоматизации этой отрасли являются автоматизация производственных процессов, консультационных услуг и отдельных управленческих задач [3–6].

Архитектура и функциональные возможности информационно-аналитической системы (ИАС) управления должны отвечать следующим требованиям:

- ◆ обеспечивать комплексность сбора и анализа информации для потребностей деятельности сельскохозяйственных кооперативов;

- ◆ обладать максимальной независимостью от возможных изменений методов и технологий управления, размеров сельскохозяйственного кооператива;
- ◆ предусматривать максимальное использование имеющегося информационного ресурса, технического оборудования и средств связи;
- ◆ реализовывать режим периодического обновления информации, обладая при этом достаточной простотой использования, надежностью и интеграцией с другими программными средствами обмена информацией.

Тенденция развития систем автоматизированного управления организацией идёт по таким направлениям, как охват всё большего количества управляемых функций в системе ресурсов, совершенствование технологий и методов, используемых при решении задач, совершенствование инструментария. Тем самым существенно сокращается степень участия человека в управлении предприятием за счёт таких факторов, как время принятия решений, полнота информации, оптимизация решений и т.д. Однако роль человека в этом процессе принципиально не меняется, так как речь идёт только об автоматизации управленческой деятельности, когда система «замыкается» человеком, который принимает окончательные решения. Повышение эффективности управления может быть осуществлено при передаче части управленческих функций, выполняемых управленцами различных уровней, в автоматический режим, то есть при изменении роли человека в ЧМС. Основанием для передачи управленческой функций в автоматическую реализацию является её полная формализация [7].

При 3-уровневой структуре системы управления с использованием ИАС управления СПоК управленческое решение принимается в какой-либо подсистеме принятия решения: автоматической, автоматизированной или ручной. В первой подсистеме функции человека полностью замещаются техническими средствами (ТС). Во второй происходит усиление человеческих возможностей ТС и программными средствами. В третьей – применение ТС и программных средств не представляется возможным в силу мало формализованного или творческого характера задачи.

Выбор управленческого решения неоднозначен и во многом зависит от влияния различных факторов. Спектр воздействия факторов, повышающих качество управленческого решения, достаточно широк, однако с увеличением уровня автоматизации, прослеживается усиление влияния факторов, относящихся к информационной и технической категории. В связи с этим возрастают требования к информационным и техническим системам, участвующим в процессе принятия решения. Они должны выдавать достоверную, достаточно защищённую от помех и ошибок информацию, то есть должны быть надёжными, поэтому возникает проблема оценки влияния надёжности функционирования информационной системы на управленческое решение.

Таким образом, существенной проблемой функционирования системы управления организацией в ЧМС является проблема надёжности, а также её оценка. Сложность оценки надёжности ЧМС-управления организацией заключается в отсутствии методик комплексного анализа технико-организационного аспекта, оценки человеческого фактора в системе, оценки целостных свойств надёжности систем.

Рациональным можно считать решение, в процессе выполнения которого потребуется минимальное количество корректировок. При оценке влияния ошибок на качество и надёжность установлено, что обе характеристики системы существенным образом связаны с безошибочностью. Однако теория надёжности и теория управления качеством занимают противоположные позиции как по отношению к главным причинам ошибок, так и по отношению к влиянию ошибок отдельных элементов на ошибки всей системы. Это делает их методологически различными и

взаимно дополняющими. В теории надёжности исповедуется холистский принцип, заключающийся в том, что «целое больше своих частей». Теория управления качеством основывается на том, что «качество системы складывается из качества её элементов», т.е. руководствуется принципом редукционизма. Однако повышение качества в отдельных элементах системы не всегда приводит к повышению качества системы в целом, а иногда даже снижает его, поскольку изменение качества отдельного элемента требует перестройки всей системы, которая не может осуществиться мгновенно. Более того, подобная перестройка может привести к существенному изменению качества других элементов, которое не всегда возможно предвидеть и оценить и которое может снизить качество системы в целом. Именно качество элементов принципиально ограничивает возможности функционирования синтезированной из них системы. Возможность изменить эффективность системы зависит от изменения качества её элементов или её структуры. Поскольку заданное функционирование системы может быть обеспечено только вполне определённым качеством, то проблема качества в управлении должна решаться в единстве, как с проблемой эффективности, так и с проблемой надёжности.

Таким образом, формализация качества управленческого решения рассматривается как целевая функция супер критериев, где полнота данных, как фактор качества управленческого решения, обуславливает уровень информативности ЛПР (лица, принимающего решение), необходимый для принятия рационального управленческого решения. Владение достоверной, своевременной информацией даёт серьёзное преимущество и, как следствие, повышение качества решения. При принятии управленческих решений неизбежно влияние такого фактора, как субъективность. Исследование влияния фактора субъективности на управленческое решение приведено в работах Э.А. Трахтенгерца [8].

Информационно-аналитическая система управления СПоК рассмотрена как человекомашина система. В ИАС управления СПоК процессы управления реализуются в 3-х режимах: автоматизированном, автоматическом и ручном. Распределение функций управления осуществляется по признаку – степени их формализуемости. Полностью формализуемые задачи реализуются в автоматическом режиме.

Теоретико-множественное описание факторов качества управленческого решения в ИАС управления СПоК будет иметь вид

$$K = \langle Vd, S, Tr, P(Su) \rangle, \quad (1)$$

где  $Vd$  – полнота данных;  $S$  – субъективность;  $Tr$  – трудозатраты;  $P(Su)$  – надёжность системы.

Показатель надёжности функционирования ИАС управления СПоК представлен совокупностью показателей надёжности её составляющих

$$N^{SPoK} = \langle N_A, N_{AP}, N_P \rangle, \quad (2)$$

где  $N^{SPoK}$  – комплексный показатель надёжности ИАС;

$N_A$  – показатель надёжности автоматического режима управления;

$N_{AP}$  – показатель надёжности автоматизированного режима управления;

$N_P$  – показатель надёжности режима ручного управления.

Надёжность технических объектов, в соответствии с теорией надёжности, может быть выражена в виде коэффициентов, точных значений, соотношений. При проведении оценки надёжности ЧМС необходимо рассмотрение надёжности не только отдельных подсистем – автоматической, автоматизированной и подсистемы принятия решений человеком, но и надёжности функционирования всей системы в целом.

Оценка надёжности автоматической подсистемы реализации функций управления может проводиться с использованием таких показателей, как:

- ◆ качество программного обеспечения (ПО);
- ◆ срок службы системы до первого отказа;
- ◆ вероятность отказа ПО;
- ◆ вероятность безотказной работы ПО;
- ◆ возможность коррекции ПО;
- ◆ загруженность ПО;
- ◆ количество ошибок, приходящееся на единицу длины сообщения;
- ◆ качество баз знаний (БЗ).

В случае принятия решений человеком под надёжностью подсистемы понимается безошибочность. Тогда оценка надёжности подсистемы принятия решений (ППР) человеком может осуществляться через следующие показатели:

- ◆ степень профессионализма работника;
- ◆ количество происшествий из-за нарушений правил эксплуатации, технологии и т.д. за определённый календарный срок, приходящийся на один объект данного класса;
- ◆ опыт работы;
- ◆ коэффициент занятости специалиста.

Уровень надёжности автоматизированной ППР может оцениваться такими показателями, как:

- ◆ вероятность отказа оборудования по причине ошибки оператора;
- ◆ полнота информирования оператора о состоянии системы;
- ◆ вероятность компенсации ошибок оператора и последствий отказов технических систем.

При исследовании надёжности системы «человек и техника» рассматривается надёжность технической системы с учётом деятельности оператора, или своевременность (надёжность) выполнения людьми работ по достижению заданной цели.

Комплексный показатель надёжности ППР человеком можно записать следующим образом:

$$H_m = \{F_{mi}, P_{mi}, G_{mi}\}, \quad (3)$$

где  $H_m$  – комплексный показатель надёжности подсистемы принятия решений человеком;  $F_{mi}$  – множество показателей (критериев) надёжности подсистемы;  $P_{mi}$  – множество значений или вероятностей  $i$ -го показателя (критерия) надёжности;  $G_{mi}$  – множество, описывающее класс  $i$ -го показателя (критерия).

Комплексный показатель надёжности автоматизированной ППР можно представить как

$$H_{ma} = \{F_{mai}, P_{mai}, G_{mai}\}, \quad (4)$$

где  $H_{ma}$  – комплексный показатель надёжности автоматизированной подсистемы;  $F_{mai}$  – множество показателей (критериев) надёжности автоматизированной подсистемы;  $P_{mai}$  – множество значений или вероятностей  $i$ -го показателя (критерия) надёжности подсистемы;  $G_{mai}$  – множество, описывающее класс  $i$ -го показателя (критерия).

Комплексный показатель надёжности автоматической ППР можно записать в следующем виде:

$$H_a = \{F_{ai}, P_{ai}, G_{ai}\}, \quad (4)$$

где  $H_a$  – комплексный показатель надёжности автоматической ППР;  $F_{ai}$  – множество показателей (критериев) надёжности подсистемы;  $P_{ai}$  – множество значений или вероятностей  $i$ -го показателя (критерия) надёжности автоматической подсистемы;  $G_{ai}$  – множество, описывающее класс  $i$ -го показателя (критерия) подсистемы.

Тогда показатель надёжности ЧМС будет иметь следующий вид:

$$H = \left\{ \begin{array}{l} H_m = \{F_{mi}, P_{mi}, G_{mi}\} \\ H_{ma} = \{F_{mai}, P_{mai}, G_{mai}\} \\ H_a = \{F_{ai}, P_{ai}, G_{ai}\} \end{array} \right\}. \quad (5)$$

При автоматическом режиме управления в ИАС участвуют две составляющие системы: техническое средство (ТС) и программное обеспечение (ПО). Показатель надёжности реализации процесса в таком режиме имеет вид

$$N_A = \prod_{i=1}^{n_{ts}} N_i^{ts}(t, \Delta t) * \prod_{i=1}^{n_{po}} N_i^{po}(t, \Delta t), \quad (6)$$

где  $n_{ts}$  – количество технических средств;  $N_i^{ts}(t, \Delta t)$  – значение показателя надёжности  $i$ -го технического средства, в заданный промежуток времени  $(t, \Delta t)$ ;  $n_{po}$  – количество показателей надёжности ПО;  $N_i^{po}(t, \Delta t)$  – значение  $i$ -го показателя надёжности ПО в заданный промежуток времени  $(t, \Delta t)$ .

Автоматизированный режим управления в ИАС управления СПоК реализуется с использованием трех компонент: ТС; ПО и человека. Модель показателя надёжности такого режима  $N_{AP}$

$$N_{AP} = N_{AP}^1(t, \Delta t) + N_{AP}^2(t, \Delta t) - N_{AP}^1(t, \Delta t) * N_{AP}^2(t, \Delta t), \quad (7)$$

$$N_{AP}^1(t_1, t_1 + \Delta t) = N_A(t_1, t_1 + \Delta t) * (N_q(\Delta t) + (1 - N_q(\Delta t)) * \delta), \quad (8)$$

$$N_{AP}^2(t_1, t_1 + \Delta t) = N_q(\Delta t) * [N^{ts}(t_1, t_1 + \Delta t) + (1 - N^{ts}(\Delta t)) * \varphi], \quad (9)$$

где  $N_{AP}(t, \Delta t)$  – показатель безотказной работы ТС и ПО в заданный промежуток времени  $(t, \Delta t)$ ;  $N_q(\Delta t)$  – показатель безошибочной работы человека в промежуток времени  $(\Delta t)$ ;  $\varphi$  – вероятность компенсации отказа технической системы;  $\delta$  – вероятность компенсации ошибок, допущенных оператором.

Модель надёжности процессов управления в ручном режиме  $N_P$  имеет вид

$$N_P = \prod_{i=1}^k N_{ci}(t_1, \Delta t), \quad (10)$$

где  $k$  – количество факторов;  $N_{ci}(t_1, \Delta t)$  – вероятность безошибочной работы под воздействием  $i$ -го фактора в заданный промежуток времени  $(t, \Delta t)$ .

На основе анализа функционирования ИАС управления СПоК как системы установлена закономерностей – целостность, проявляющаяся в повышении надёжности функционирования системы за счёт передачи функций, в случае отказа, из одного режима управления в другой.

Рассмотрены различные варианты передачи функций в режимы управления. Так, при отказе функционирования компонентов автоматического режима управления управленческие функции передаются в автоматизированный режим либо в ручной – на период восстановления. При отказе компонентов автоматизированного режима управления на период восстановления управленческие функции передаются в ручной режим управления.

Таким образом, предложена система показателей и модели оценки надежности ИАС управления СПоК на основе анализа её компонентов в целях определения степени надёжности функционирования системы. Показано влияние надёжности ИАС как человекомашиной системы управления СПоК на качество управленческих решений и эффективность деятельности.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Развитие системы сельскохозяйственной потребительской кооперации как региональный антикризисный проект сокращения безработицы и поддержки малого предпринимательства сельских территорий: монография / Под общей ред. И.В. Палаткина. – Пенза: Изд-во ПГТА. – 2009. – 120 с.
2. Информационные и коммуникационные технологии в Российской экономике: 2007 / Статистический сборник. – М.: ГУ ВШЭ, 2007. – 296 с.
3. *Калугина З.И.* Опыт применения типологического анализа в определении перспектив развития сельских районов // Проблемы использования информационных технологий в управлении предприятиями и организациями АПК: теория – методология – практика: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: Сиб. науч.-исслед. ин-т экон. сельск. хоз-ва СО РАСХН, 2009. – С. 35-40.
4. *Сидоров А.В.* Выбор программно-аппаратной платформы для информационных систем в АПК // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2009. – № 7. – С. 159-160.
5. *Стеценко А.В.* Информатизация как производственный ресурс в АПК // Российское предпринимательство. – 2008. – № 5. – Вып. 2 (111). – С. 88-91.
6. *Якимова О.Ю.* Разработка информационных систем управления технологическими процессами агропредприятия // Вестник университета (Государственный университет управления). – 2007. – №4 (40). – С. 305-308.
7. *Виноградова Г.Л.* Классификация функций управления при проведении эволюционного реинжиниринга бизнес-процессов // Известия ТулГУ. Сер. Бизнес-процессы и бизнес-системы. – Тула, 2005. – Вып. 1. – С. 3-7.
8. *Трахтенгерц Э.А.* Субъективность в компьютерной поддержке управленческих решений. – М.: Синтег, 2001. – 256 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.Н. Шведенко.

**Виноградова Галина Леонидовна** – Костромской государственный технологический университет; e-mail: vinogrgalina@yandex.ru; 156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17; тел.: 89109279612; к.т.н.; профессор кафедры информационных технологий.

**Серёдкин Александр Николаевич** – Пензенская государственная технологическая академия; e-mail: anc@pgta.ru; 440605, г. Пенза, проезд Байдукова/улица Гагарина, д. 1а/11; тел.: +79272894342; к.т.н.; заведующий кафедрой информационных компьютерных технологий.

**Vinogradova Galina Leonidovna** – Kostroma State Technological University; e-mail: vinogrgalina@yandex.ru; 17, Dzerjinskogo street, Kostroma, 156005, Russia; phone: 89109279612; cand. of eng. sc.; professor of department of information technology.

**Seredkin Aleksandr Nikolaevich** – Penza State Technological Academy; e-mail: anc@pgta.ru; 44, Baidukova/Gagarina, 440605, Russia; phone: +79272894342; cand. of eng. sc.; head of department of information computer technology.