11. Официальный сайт Инвестиционный портал Курской области. — Режим доступа: <http://kurskoblinvest.ru/o-regione/promyshlennost>

12. Официальный сайт Администрации Курской области. — Режим доступа: http://adm.rkursk.ru/index.php?id=71&mat_id=59027

13. Пашина Л. Л. Обеспечение продовольственной безопасности региона / Л. Л. Пашина // Дальневосточный аграрный вестник. — 2010. — № 4. — С. 66—75.

14. Статистический ежегодник Курской области. 2016: Статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Курской области. — Курск, 2016. — 448 с.

Юго-западный государственный университет, г. Курск

*Жахов Н. В., кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и кредита
E-mail: zakhov@mail.ru*

УДК 371.12

*Е. М. Лещенко,
В. П. Лихачев,
В. Ф. Мельников,
В. Н. Первушина*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО БАЛАНСА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ В ТРЕНАЖНЫХ СИСТЕМАХ

Аннотация: в статье приведены результаты анализа процесса формирования интеллектуальных умений и навыков принятия решений при управлении комплексами в динамике их боевого применения, в условиях «прогрессирующей неопределенности», что позволило выявить ряд его тесно взаимосвязанных, взаимовлияющих и вступающих в противоречие компонентов.

Ключевые слова: интеллектуальные умения, навыки, принятие решений, динамика обучения, тренажные системы.

UDK 371.12

*E. M. Leschenko,
V. P. Likhachev,
V. F. Melnikov,
V. N. Pervushina*

PROVIDING DYNAMIC PEDAGOGICAL BALANCE IN THE FORMATION OF INTELLECTUAL SKILLS IN TRAINING SYSTEMS

Abstract: the article presents the results of the analysis of the process of formation of intellectual skills and decision-making skills in the management of complexes in the dynamics of their combat use, under conditions of «progressive uncertainty», which made it possible to identify a number of closely interrelated, interacting and conflicting components.

Keywords: intellectual skills, decision-making, dynamics of training, training systems.

Введение

Реальные возможности специальных комплексов, например, комплексов радиопротиводействия (КРП) радиоэлектронным средствам (РЭС) во многом определяются сформированностью у эксплуатирующих его лиц (ЭЛ) требуемого уровня интеллектуальных умений и навыков (ИУН) приня-

тия решений при управлении этими комплексами в динамике применения. Такая задача предполагает подготовку ЭЛ на основе применения специальных тренажных систем (ТС). При этом в современных условиях имеет место специфические особенности процесса подготовки специалистов-эксплуатантов КРП, обусловленные радиоэлек-

тронным конфликтом между средствами РЭБ и подавляемыми радиоэлектронными объектами [1]. Они проявляются в «прогрессирующей неопределенности», предполагающей, что чем эффективней будут воздействия средств КРП на радиоэлектронные объекты, тем эффективней будут применяться меры помехозащиты в ответной реакции на них, предполагающие увеличение неопределенности при принятии решений ЭЛ при управлении такими воздействиями. Обучение ЭЛ с применением ТС в таких условиях обуславливает крайне большое количество учебных ситуаций, поэтому важнейшим вопросом при построении таких ТС является разработка алгоритмов управления процессом обучения, обеспечивающих минимизацию времени подготовки на основе реализации рацииональных условий обучения.

Поэтому **целью** настоящей статьи является обоснование предложений по обеспечению условий формирования интеллектуальных умений и навыков принятия решений в условиях «прогрессирующей» неопределенности в исходных данных, обеспечивающих минимизацию времени подготовки в тренажных системах.

Методика исследования

Анализ процесса формирования ИУН в условиях «прогрессирующей неопределенности» в исходных данных позволил выявить ряд его тесно взаимосвязанных, взаимодействующих и вступающих в противоречие компонентов.

1. Множество учебных ситуаций необходимых для формирования ИУН предполагают диапазон изменения сложности информационно-обучающего воздействия (ИОВ), значительно превышающих «зону ближайшего развития» тренирующегося. Такое положение определяет необходимость их разделения на подмножества одинаковой сложности. При этом рациональные условия обучения достигаются при выборе ИОВ из соответствующего сформированного подмножества, сложность которого соответствует уровню подготовки обучаемого.

2. В ходе эффективного формирования ИУН имеет место повышения уровня подготовки, что приводит к рассогласованию со сложностью формируемых ИОВ. Такое рас-

согласование в динамике обучения должно устраняться, то есть обеспечивать динамический баланс между этими характеристиками.

3. Эффективность текущего контроля уровня подготовки обученности характеризуется достоверностью, которая зависит от выделенного временного ресурса. Однако при этом имеет место противоречие между требуемой достоверностью контроля и необходимостью уменьшения временного ресурса на его проведение в каждом цикле подготовки. В тоже время необходимо управление изменением сложности формируемых ИОВ по результатам оценки текущего уровня обученности тренирующегося.

Условие эффективного формирования ИУН связано с устранением возникающих противоречий в ходе подготовки, то есть с реализацией принципа педагогического динамического баланса значений характеристик, определяющих условия обучения, который включает в себя:

рациональное сочетание логически противоположных характеристик, описывающих функционирование отдельных составляющих системы ТС-обучаемый;

потенциальную возможность выявления нарушений рационального сочетания параметров системы под действием изменившихся условий;

постоянное стремление ТС находить оптимальное (рациональное) равновесное состояние и удерживаться в нем, определяя наилучшую индивидуальную траекторию множества параметров, определяющих условия подготовки обучаемого.

Формирование ИУН принятия решения с применением ТС (рисунок 1.5.) осуществляется в ходе упражнений, предполагающих выполнение последовательности заданий — информационных обучающих воздействий для отображения учебной ситуации, общее выражение для которых имеет вид

$$x_{\mu\nu}^{(t)} = f\{\vec{a}_{\mu\nu}(t), \vec{S}, \vec{V}\},$$

где $\vec{S}$ — вектор параметров, определяющий сложность ИОВ; $\vec{V}$ — вектор параметров, определяющий условия представления (в том числе сред представления информации) и порядок выполнения ИОВ; $\vec{a}_{\mu\nu}(t)$ — вектор информационных параметров для

i -го ИОВ ($i = \overline{1, l}$) μ -ой градации сложности для формирования ν -го ИУН.

При этом в рамках произвольной учебно-тренировочной задачи (УТЗ), предназначенной для формирования ν -го ИУН, осуществляется генерирование в модуле $F_{ИОВi\mu}$

(с использованием базы знаний ТС) последовательности заданий $x_{i\mu\nu}$ заданной градации сложности $\mu = \overline{1, k_{ij}}$ (где k_{ij} — количество градаций сложности ИОВ для формирования ν -го ИУН), которые представляются обучаемому (рис. 1).

Рис. 1. Обобщенная структура ТС для формирования ИУН

Обучаемый анализирует каждое ИОВ $x_{ij\mu\nu}$, принимает решение $z_{ij\mu\nu}$ и вводит его с помощью интерфейса АТ (I_0) для каждого i -го ИОВ в ЭВМ. Каждое ИОВ обрабатывается также экспертной системой оценки действий обучаемых ($\Phi_{i\mu}$), в которой формируется область допустимых решений тренирующихся $\{z_{ij\mu\nu}\}$, полученных для каждого $x_{i\mu\nu}$ в модуле $F_{ЭТik\mu}$, и осуществляется принятие решение о правильности действий обучаемых $y_{ij\mu\nu}$. В случае затруднений в ответе обучаемого может быть сгенерирована «подсказка» по команде $q'_{i\mu\nu}$, предполагающая некоторое снижение сложности сформированного ИОВ. Степень снижения трудности задания осуществляется в соответствии с установленными правилами с учетом индивидуальных характеристик обучаемости тренирующегося. После выполнения серии ИОВ одной градации сложности и набора достаточной статистики результатов их выполнения формируется оценка текущего уровня подготовки обучаемых. По результатам такой оценки в модуле управления (Q) осуществляется изменение сложности формируемых ИОВ или формируется команда

на окончание подготовки в рамках данной УТЗ. При этом правила управления изменением сложности должны быть адаптивны к индивидуальным психологическим характеристикам обучаемых. Цель обучения считается достигнутой применительно к данной УТЗ, если обучаемый выполняет с требуемым качеством задания максимальной сложности, т. е. выполняется условие ($\mu = k_{ij}$).

Алгоритмы управления информационными моделями учебных элементов

Обеспечение динамического баланса при обучении требует разработки соответствующих алгоритмов управления информационными моделями учебных элементов, адаптирующих содержание, объем, темп предъявления учебной информации к индивидуально-психологическим особенностям обучаемого, его ошибкам, действиям, качеству действий. При этом должны быть учтены особенности процесса управления, основными из которых являются:

— «рассогласованность» целей тренажера и обучаемого в процессе подготовки (об-

учаемый повышает свой уровень обученности, обеспечивая рассогласование с уровнем сложности формируемых ИОВ, а тренажер стремится к устранению данного рассогласования);

— взаимозависимость функционирования технических устройств и процесса усвоения формируемых ИУН, обусловленная взаимным «наблюдением» за действиями сторон;

— зависимостью процесса управления от параметров динамической модели обучаемого и алгоритмов функционирования технических устройств ТС;

— вероятностный характер взаимосвязей между элементами, дискретностью существенных для управления параметров рассматриваемой системы.

В то же время оптимизация управления возможна на основе разработки аналитической модели процесса формирования ИУН с учетом достоверности данных контроля обученности и синтеза на ее основе алгоритмов управления обучением в тренажере. Решение такой задачи возможно на основе научно-методического подхода, развиваемый в рамках теории управляемых случайных процессов [2, 3]. Сущность его заключается в следующем.

Пусть рассматриваемая система состоит из двух объектов обучаемый-ТС (рисунок 2). Будем моделировать каждый случайный объект системы вероятностным автоматом [4] и положим, что он характеризуется общим образом на последовательности моментов времени $T = \{\tau, \tau - 1, \dots, t, \dots, 0\}$ своим множеством выходных и множеством входных

состояний, используемых в объектах системы. Вероятностный автомат $BA-X_1$ соответствует АПМ подсистемы управления сложностью обучающих воздействий и задан на множестве допустимых градаций сложности ИОВ $X_{1t} = \{x_{1t} : x_{1t} \in \{0, 1, \dots, n\}\}, \forall t \in T$, предъявляемых для тренировки обучаемому на t -м сеансе обучения, при этом сложность ИОВ определяется соотношением $s(x_{1(t-1)}) = s_{нач} + x_{1(t-1)} \cdot (s_{зад} - s_{нач}) / n$. То есть под состоянием x_{1t} можно понимать номер средней градации сложности серии ИОВ в t -м сеансе тренировки. Алгоритм $BA-X_1$ будем искать в представлении $q_{x_1}^r = \{g_{x_1}^t(x_{1t} / x_{1t-1}, z_1^t), \forall t \in T\}$, отражающем факт принятия решения о сложности ИОВ в общем случае на основе данных контроля динамики изменения обученности на пройденных t сеансах z^t и динамике изменения сложностей ИОВ x_{1t-1} . $BA-Y_1$ соответствует решающей части АПМ формирования соответствующего ИУН, интерфейса обучаемого и, собственно, модель обучаемого. При этом его состояние y_{1t} в t -м сеансе обучения определяется градацией сложности ИОВ, которое он в состоянии разрешить с допустимыми ошибками. При этом объект Y_1 будем моделировать $BA-Y_1$, заданным на множестве возможных степеней обученности $Y_{1t} = \{y_{1t} : y_{1t} \in \{0, 1, \dots, n\}\}, \forall t \in T$, включающем $N = n + 1$ градаций обученности, достигаемых к t -му сеансу обучения, при этом номер градации обученности $i = 0$ соответствует $S_{нач}$, а $i = n$ соответствует $S_{зад}$. Алгоритм $BA-Y_1$ характеризует динамику роста обученности в процессе тренировки.

Рис. 2. Иллюстрация системы двух взаимосвязанных объектов

Допустим, что процессы, протекающие на различных сечениях такой системы взаимосвязанных объектов, отражаются парой стохастических уравнений:

$$x^{(t)} = \phi_1(x^{(t-1)}, y^{(t-1)}, \xi_{1,t}), \quad (1)$$

$$y^{(t)} = \phi_2(x^{(t-1)}, y^{(t-1)}, \xi_{2,t}), \quad (2)$$

где $\xi_{1,t}, \xi_{2,t}$ — независимые случайные воздействия с независимыми во времени отсчетами, распределения которых известны; $\phi_1(\cdot) \in \Phi_1, \phi_2(\cdot) \in \Phi_2$ — операторы преобразования без памяти, являющиеся в задачах синтеза элементами пространств допустимых операторов Φ_1 и Φ_2 соответственно; $x^{(t)}, y^{(t)}$ — состояния соответствующих объектов в момент времени t , являющиеся элементами множе-

ства допустимых состояний X и Y (градаций сложности ИОВ и уровней обученности), соответственно.

Сопоставим каждому оператору $\phi(\cdot)$ из Φ и $\phi_2(\cdot)$ из Φ условные функции распределения вероятностей вида $g(x^{(t)} / x^{(t-1)}, y^{(t-1)})$, $\mu(y^{(t)} / x^{(t-1)}, y^{(t-1)})$, которые определяются по виду уравнений (1), (2) и отражают алгоритмы работы (алгоритм управления формированием ИОВ заданной градации сложности и модель обучаемого) соответствующих

объектов. Случайный процесс в системе описывается парой величин $[x, y]$. Известно, что процесс, описываемый уравнениями (1), (2) является марковским, то есть полностью определяется переходным распределением в каждый момент времени и начальным распределением. При этом переходное распределение полного процесса в системе взаимосвязанных объектов (с учетом допущений на $\xi_{1,t}, \xi_{2,t}$) может быть определено в виде:

$$P(\{x, y\}^{(t)} / \{x, y\}^{(t-1)}) = g(x^{(t)} / x^{(t-1)}, y^{(t-1)}) \cdot \mu(y^{(t)} / x^{(t-1)}, y^{(t-1)}), \quad (3)$$

а вероятность пребывания марковского процесса в момент времени t в состоянии $[i, j]$ с учетом (3) получим в виде:

$$P_{ij}^{(t)} = P[\{x = j, y = i\}^{(t)}] = \sum_{x^{(t-1)}} \sum_{y^{(t-1)}} g\left(x^{(t)} = j / x^{(t-1)} = v, y^{(t-1)} = n\right) \cdot \mu\left(y^{(t)} = i / x^{(t-1)} = v, y^{(t-1)} = n\right) \times P[\{x = v, y = n\}^{(t-1)}]. \quad (4)$$

Таким образом, получено описание случайного процесса в системе ТС-обучаемый, и оно выражено непосредственно через алгоритмы работы каждого объекта. При этом можно ввести другое понимание состояний объекта, не как случайных реализаций, а как неслучайных функций распределений этих реализаций. То есть, описав систему в терминах данного метода, ее можно изучать с позиций анализа неслучайных элементов из функциональных пространств определенного вида.

Если получена аналитическая модель конфликтного процесса в системе взаимосвязанных объектов в соответствии с данным подходом, то с учетом такой модели в общем виде может быть представлен функционал качества процесса совместного функционирования объектов как математическое ожидание функции стоимости $C(x(t), y(t))$ в виде

$$\Phi = \sum_x \sum_y C(x^{(t)}, y^{(t)}) P_{(t)}(x^{(t)}, y^{(t)}), \quad (5)$$

где $P_{(t)}(x^{(t)}, y^{(t)})$ — совместное распределение процесса (x, y) в системе объектов (АТ-обучаемый) определяемое моделью процесса в системе случайных объектов, выраженное через их алгоритмы (известные и неизвестные).

Рассмотрим задачу синтеза алгоритма управления формированием ИОВ при заданном алгоритме роста обученности (модели обучаемого) тренирующегося.

Пусть G^* -пространство, элементами которого служат семейства условных вероятностей $\{g_{j(v,n)}^{(t)}, t = \overline{1, \kappa}\}$, $(v, n) \in \{\overline{1, m}\}^2$, где каждое $g_{j(v,n)}^{(t)}$ подчинено условиям:

$$\sum_{j=1}^m g_{j(v,n)}^{(t)} = 1, \quad g_{j(v,n)}^{(t)} \geq 0, \quad \forall t = \overline{1, \kappa}. \quad (6)$$

Другими словами, $G^* = G^{(1)} \times G^{(2)} \times \dots \times G^{(t)} \times \dots \times G^{(k)}$, где $G^{(t)}$ -пространство всех $m^2 \times m$ стохастических матриц с элементами вида $g_{j(v,n)}^{(t)}$ а $(v, n) = \overline{1, m^2}$ — двухиндексный номер строки, $j = \overline{1, m}$ — номер столбца.

На G^* определим функционал $\Phi^{(\kappa)}$ как математическое ожидание функции стоимости C_{ij}^{κ} в момент времени κ . Такое представление имеет ясный физический смысл. Например, вследствие дискретности состояний градаций сложности ИОВ и текущего уровня обученности, можно ограничиться функцией стоимости вида $C_{ij} = \delta_{ij}$, тогда значения функционала будут иметь физический смысл вероятности совпадения (соответствия) состояний ИОВ ТС и обученности тренирующегося.

$$\Phi^{(\kappa)} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m C_{ij}^{(\kappa)} P_{ij}^{(\kappa)}, \quad (7)$$

где $P_{ij}^{(t)}$ определяется в соответствии с (4) для любого текущего момента t ;

$$P_{vn}^{(t-1)} \in R^1, \mu_{i(v,n)}^{(t)} \in R^1, C_{ij}^{(\kappa)} \in R^1, t = \overline{1, \kappa}. \quad (8)$$

Сформулируем теперь задачу обеспечения динамического баланса (соответствия градации сложности ИОВ и текущего уровня обученности в динамике подготовки) при формировании ИУН: найти элементы $g_o \in G^*$ такие, что $\Phi^{(\kappa)}(g_o) = \max_g \Phi^{(\kappa)}(g)$, если известны функции $C_{ij}^{(\kappa)}, \mu_{i(v,n)}^{(t)}$ и начальное условие $P_{ij}(0)$ в системе разностных уравнений.

Можно показать, что если интересоваться только стохастическими матрицами $[g_{j(v,n)}^{(t)}]^{m^2 \times m}$, в каждой строке которых обязательно есть 1 (что соответствует нерандомизированным отображениям), то рекуррентная процедура управления сложностью ИОВ выглядит так, начиная с $t = k$:

$$g_{j(v,n)}^{(t)} = \begin{cases} 1, \text{ если } \phi_{j(v,n)}^{(t)} = \max_e \{\phi_e^{(t)}\} \\ 0, \text{ иначе,} \end{cases} \quad (9)$$

где $\phi_{e(v,n)}^{(t)} = \sum_{i=1}^m \mu_{i(v,n)}^{(t)} C_{ie}^{(t)}, C_{ie}^{(t)} = \sum_{k=1}^m \sum_{q=1}^m C_{kq}^{(t+1)} \mu_{i(k,q)}^{(t+1)} g_{e(k,q)}^{(t+1)}$ и $C_{ie}^{(\kappa)}$ задано.

Таким образом, получена процедура управления формированием ИОВ, обеспечивающая максимальное совпадение (с условием $C_{ij} = \delta_{ij}$) состояний управляющего воздействия и наблюдения. Физически, полученные компоненты распределения вероятностей выступают некоторыми весами при принятии решения о выборе состояния управляющего воздействия при его формировании.

Следует отметить, что условием реализации алгоритма управления (9) является необходимость разделения всего множества ИОВ по градациям сложности. Такая задача решается на основе методики [5, 6], в которой обосновано их представление как многомерных динамических векторов с управляемой информационной неопределенностью. Разделение всего множества таких векторов ИОВ X_i на подмножества, соответствующих ИОВ одинаковой сложности (элементами которых являются $x_{ij\mu_1}, x_{ij\mu_2}, x_{ij\mu_3}, \dots, x_{ij\mu_v}$) осуществляется на основе полученных метрик $\rho_{\mathcal{E}T}(\cdot)$, характеризующих: качество выполнения ИОВ; закономерности признакового пространства моделируемой учебной ситуации; параметры наилучших

способов обработки информации при решении таких воздействий, а также характеристики сложности и неопределенности содержащиеся в них. Метрики $\rho_{\mathcal{E}T}(\cdot)$ принимают значения в пределах некоторого интервала, границы которого определяются сложностью ИОВ 1, 2, ..., μ , ..., k_i . Общее выражение для алгоритма формирования ИОВ имеет вид

$$X_i \xrightarrow{q_{X_\mu}} \{X_1, X_2, \dots, X_\mu, \dots, X_{k_i}\}, \mu = \overline{1, K_i}$$

$$q_{X_\mu}(x_{ij} \in X_\mu) = \begin{cases} 1 \text{ при } \rho_{\mathcal{E}T_i}(x_{ij}) = \rho_\mu \pm \frac{\Delta_i}{2} \\ 0 \text{ иначе} \end{cases} \quad (10)$$

В качестве элементов, устанавливающих неопределенность, могут выступать параметры законов распределения случайных величин, которые используются для моделирования ошибок измерения параметров объекта, а также иные величины, влияющие на полноту информации об объекте и задающие учебную ситуацию. Индекс $\mathcal{E}T$ означает потенциально достижимое качество решения задачи обучаемым, соответствующее его идеальной подготовке (эталонному решению).

Необходимым условием реализации предлагаемого алгоритма является также включение в него процедур оценки уровня обученности в условиях неопределенности (недостаточность, избыточность, ложность и т. д.) в исходной информации, определяющей формируемые ИОВ. Результаты такой оценки используются в ТС для корректировки параметров модели обучаемого и для формирования управляющих команд по изменению градаций сложности формируемых ИОВ. В [6] предложен научно-методический подход к построению процедур оценки уровня обученности в таких условиях, основанный на формировании эталонных решений (областей допустимых решений), построенных на наилучших (экспертных) способах принятия решений и с учетом информации доступной обучаемому. При этом осуществляется сравнение решений обучаемых, выполняющих задания в условиях неопределенности, со сформированными эталонными решениями (или областью допустимых решений) для получения оценки решений обучаемого и статистической обработки последовательности таких решений для оценки уровня его обученности.

Проведенный анализ [6, 8], показал, что предложенные решения позволяют уменьшить среднее время формирования УН в 1,6—2,5 раза по сравнению с традиционным алгоритмом управления.

Выводы

Таким образом, динамический баланс между текущим уровнем обученности тренирующегося и сложностью формируемых ИОВ в ходе подготовки, определяющего рациональные условия обучения, достигается за счет:

— использования интеллектуальных процедур управления, учитывающих динамическую взаимосвязь градации сложности ИОВ и параметров текущей модели обучаемого и реализующих предъявление ИОВ с градацией сложности, упреждающей изменение уровня обученности;

— формирования (и корректировки в ходе подготовки) динамической модели обучаемого, характеристики которой учитывают закономерности процесса обучения, индивидуальные психологические характеристики обучаемого и т. д.;

— оценки уровня обученности в условиях неопределенности в исходной информации, определяющей формируемые ИОВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Владимиров В. И.* Антагонистический конфликт радиоэлектронных систем. Методы и математические модели / В. И. Владимиров, В. П. Лихачев, В. М. Шляхин. — М.: Радиотехника, 2004. — 384 с.
 2. *Параев Ю. И.* Введение в статистическую динамику процессов управления и фильтрации / Ю. И. Параев. — М.: Советское радио, 1976. — 156 с.
 3. *Финаев В. И.* Моделирование при проектировании информационно-управляющих систем: учебное пособие / В. И. Финаев. — Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2002. — 118 с.
 4. *Поспелов Д. А.* Вероятностные автоматы / Д. А. Поспелов. — М.: Наука, 1970. — 76 с.
 5. *Мельников В. Ф.* Оптимальное управление стохастическим объектом системы передачи информации в условиях помех / В. Ф. Мельников, В. В. Исаев // Телекоммуникации. — 2001. — № 9. — С. 64—69.
 6. *Мельников В. Ф.* Модель управления обучением комплексному навыку (умению) / В. В. Исаев, В. Ф. Мельников // Информационно-измерительные и управляющие системы. — 2007. — № 1. Т. 5. — С. 61—65.
 7. *Орловский Ю. Е.* Синтез алгоритма управления стохастическим объектом в моделях с последствием / Ю. Е. Орловский, В. В. Исаев, В. Ф. Мельников, С. И. Бабусенко // Телекоммуникации. — 2001. — № 9. — С. 6—11.
 8. *Мельников В. Ф.* Оптимизация управления формированием комплексного навыка (умения) в автоматизированном тренажере / В. В. Исаев, В. Ф. Мельников, Д. И. Болдырев // Информационно-измерительные и управляющие системы. — 2007. — № 9. Т. 9. — С. 38—44.
- Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (Воронежский филиал)*
Леценко Е. М., доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой моделирования и организации социальных систем
E-mail: kaf_mod_rags@mail.ru
Тел.: 8 (473) 253-83-92
- Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж*
Лихачев В. П., доктор технических наук, профессор
Тел.: 8-908-142-75-63
- Мельников В. Ф., доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник*
Первушина В. Н., доктор философских наук, профессор
Тел.: 8-960-109-84-02