

УДК 004.414.23

Деревнина А. Ю., Добряков А. А.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ

Рассмотрена концептуальная модель управления социальной системой, в основу которой положена кибернетическая модель жизнеспособной системы, применительно к управлению образовательным процессом в университете.

Принципы управления, заложенные в работах классиков кибернетики фон Неймана, Н. Винера, У. Эшби, В.М. Глушкова, столкнулись с серьезными противоречиями, обусловленными масштабом и сложностью задач управления социальными системами. Например, реакция человека на типичную для кибернетической системы обратную связь оказывается не всегда предсказуемой, а искусственное создание обратной связи в социальной системе зачастую воспринимается как манипулирование или интрига. В условиях нечеткого представления цели и ее изменения в ходе развития системы отрицательная обратная связь, подразумевающая установку целевых эталонных значений, представляется весьма ограниченно полезной при управлении организацией. Принцип необходимого разнообразия У. Эшби, в соответствии с которым управляющая система должна обладать не меньшим разнообразием состояний, чем управляемая (чтобы иметь возможность активного воздействия на последнюю), сталкивается с невозможностью учесть все состояния даже небольшой организации и ее окружения. Попытки построения автоматических адаптивных систем на принципах искусственного интеллекта были гигантским шагом в науке, но, к сожалению, не принесли каких-либо позитивных результатов. А применение математических моделей при управлении организациями, попытки разработать детальный алгоритм, автоматизировать процесс управления сталкиваются с таким объемом вычислений, который превосходит даже гипотетические возможности компьютеризации.

Все это послужило причиной того, что в конце XX века кибернетический подход к управлению социальными системами был объявлен методологами принципиально неадекватным. Обдумывая эти критические замечания, следует признать справедливым упрек в преувеличенном внимании к кибернетическим принципам в ущерб чисто социальным явлениям в организации, культурным и политическим аспектам

человеческого взаимодействия. Однако, как справедливо отмечает В. Хиценко, если управленческая кибернетика открыла и сформулировала некоторые законы, то они должны выполняться в любых системах, быть инвариантными к их характеру [1].

Существующее положение дел и поиски адекватной методологии привели исследователей к синергетическим методам, кибернетике второго порядка и эволюционному менеджменту, в частности, к наследию Стаффорда Бира [2]. С. Бир описал систему управления в виде нейрокибернетической модели, прототипом которой стала архитектура центральной нервной системы человека. Целесообразность предлагаемой модели Бир доказывал, основываясь на жизнеспособности системы, а также элементарных законах и принципах кибернетики, таких как закон Эшби, теория гомеостаза и др.

Иерархическая модель Бира содержит пять подсистем, взаимодействующих между собой и с внешней средой, функционально скопированных с человеческого организма (таблица).

Таблица

Описание функций основных подсистем

Система	Организация	Человек
5	Высшее управление	Функции управления другими отделами мозга (ЦНС, кора головного мозга)
4	Управление развитием и адаптацией	Функции сбора и преобразования всех импульсов, идущих к коре головного мозга, регулирование всех сложных реакций, включая поведение (ЦНС, промежуточный мозг)
3	Управление текущей деятельностью	Функции координации и регуляции управления органов (ЦНС, ствол мозга — эволюционно самая древняя часть головного мозга, состоящая из среднего и заднего мозга, включающего продолговатый мозг)
2	Управление согласованной работой подразделений	Функции, стимулирующие, тормозящие и возбуждающие работу органов (периферическая нервная система, симпатическая и парасимпатическая нервные системы)
1	Управление основными процессами	Функции управления первичной активностью органов и мускулов (периферическая нервная система, чувствительные и двигательные нервные волокна)

Рассмотрим концептуальную модель управления социальной системой, в основе которой лежит кибернетическая модель жизнеспособной системы С. Бира. Отметим, что предложенная модель содержательно согласуется также и с моделью современной организации Генри Минцберга [3], используемой многими аналитиками в области теории организации.

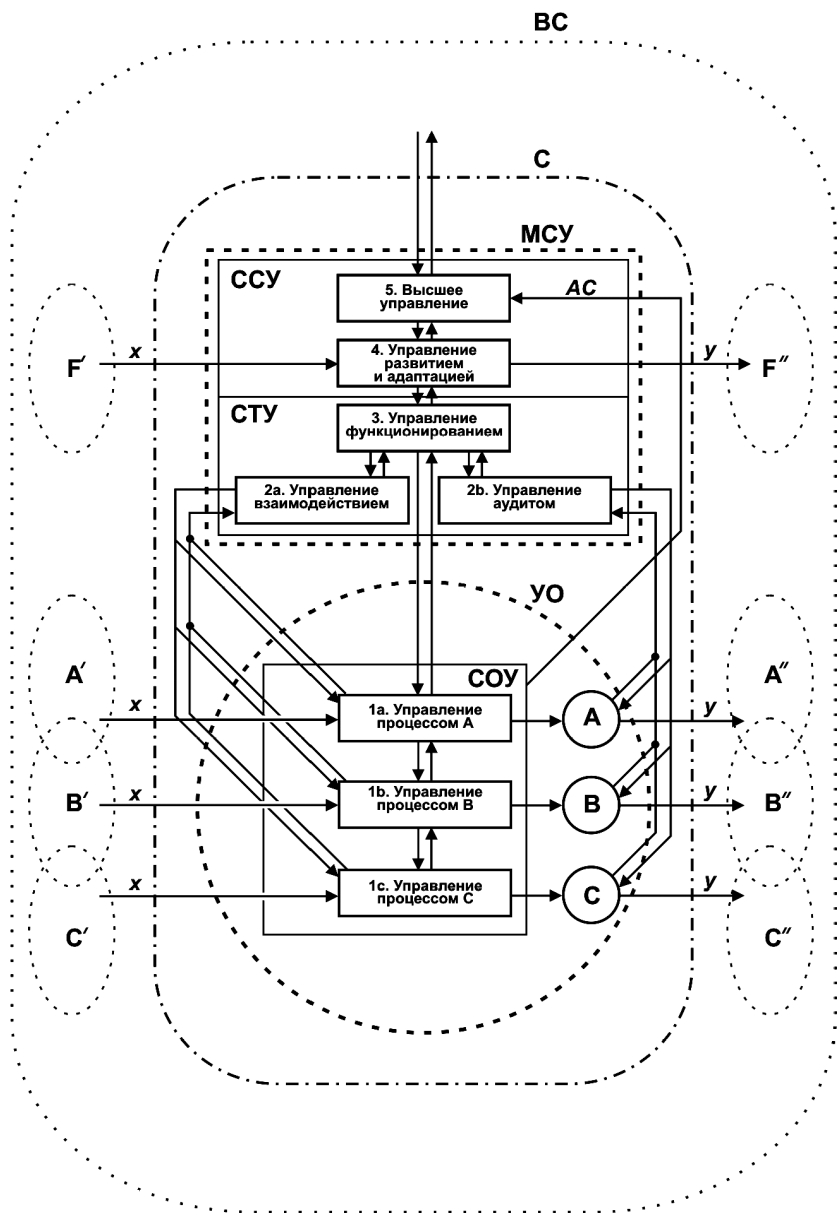


Рис. 1. Концептуальная модель управления социальной системой

Схема, приведенная на рис.1, содержит следующие элементы: внешнюю среду (BC), систему (C), состоящую из мегасистемы управления (MCU) и управляемого объекта (YO). Мегасистема управления (MCU) содержит две системы: систему стратегического управления (CCU) и систему тактического управления (CTU).

Система стратегического управления (CCU) включает две подсистемы: высшего управления (5) и управления развитием и адапта-

цией (4). Подсистема 5 разрабатывает стратегические цели, миссию, видение и политику, а подсистема 4 — решения, связанные со стратегическим планированием, разработкой модели и оценочных критериев, адаптацией к внешней среде с учетом будущих потребностей. Области внешней среды, связанные с прогнозируемым “будущим”, обозначены как F' , F'' .

Система тактического управления (СТУ) соответствует непосредственной управленческой деятельности, которая заключается в разработке тактических решений, содержащих как параметрические (количественные), так и стимулирующие (качественные) управляющие воздействия, и состоит из трех подсистем. Подсистема управления функционированием (3) оптимизирует функционирование системы в целом, координирует распределение усилий и ресурсов между подразделениями, обеспечивает необходимый синергизм. Подсистема управления взаимодействием (2а) регулирует взаимодействия подразделений, стимуляцию или торможение их функционирования. Подсистема управления аудитом (2b) осуществляет мониторинг, контроль и внутренний аудит.

Управляемый объект (УО) реализует процесс, обеспечивающий выполнение основной цели функционирования системы. Поскольку цель функционирования системы представляет собой древовидную структуру и в дереве целей распадается на подцели, то блок УО содержит фрактальные подсистемы А, В, С.

Система оперативного управления (СОУ) представлена подсистемами управления процессами А, В, С (1а, 1b, 1с). Области внешней среды, связанные с процессами, обозначены соответственно как A' , B' , C' , A'' , B'' , C'' . Входные и выходные параметры обозначены как x , y .

Особо выделяется связь, которую называют алгедоническим сигналом (АС). Алгедонический сигнал в нейрофизиологическом смысле ассоциируется с сигналом боли, удовольствия, тревоги. Острое ощущение неудобства, неприятности заставляет человека прекращать выполнение поручения, смысл которого хорошо понятен и которое человек стремится завершить. Можно управлять людьми, объяснив им аналитически “почему” и “как” нужно производить те или иные действия, или “алгедонически”, используя систему поощрений и наказаний без всяких объяснений. Такая *неаналитическая* связь, используется и в тех случаях, когда руководители высшего уровня непосредственно получают информацию о работе конкретных подразделений низшего уровня. Искусственно создать алгедонический сигнал можно, например, путем он-лайн обсуждений принимаемых руководством в данный момент решений.

Взаимодействие элементов системы целесообразно разделить на две подгруппы: *функциональные воздействия и информационные связи*. Функциональные воздействия могут быть управляющими, например, в форме целей, стратегических планов или приказов, в форме исходных данных и в форме выходных данных или результата. Информационные связи по своему предназначению могут быть разделены на прямые и обратные. Прямые информационные связи сопряжены с выходными данными и результатом деятельности подсистемы. Обратные информационные связи сопряжены со входами, при этом тип обратных связей может быть как отрицательным, так и положительным. Иными словами, обратные связи могут иметь либо уточняющий, либо расширительный характер по отношению к выполняемой функции.

Полное описание функциональных и информационных взаимодействий приведено на рис. 2, который представляет пять разновидностей подсистем управления в виде многогранников, каждая грань которых соответствует определенной информационной связи или функциональному воздействию.

Рассматриваемое разнообразие функциональных элементов концептуальной модели представляет собой содержательную основу для проектирования системы управления нового типа. По конфигурации своего архитектурного построения такие системы принципиально отличаются от всемирно известной методологии структурного анализа и проектирования SADT (предложенной Россом в 1973г.) [4], которая, как известно, использовала в качестве методологической основы четырехгранную клеточную модель нейронных связей. В то же время легко убедиться, что степень взаимодействия подсистем управления, т.е. количество связей, лежит в диапазоне от 4 до 8, что согласует концептуальную модель с психологическими ограничениями, в соответствии с которыми способность среднего человека позволяет удерживать одновременно в голове 7 ± 2 объекта [5].

Такой подход позволяет более полно отразить реальную действительность, нежели это имеет место в методологии SADT, которая, в данном случае, представляет собой лишь частный, наиболее простой, вариант такого подхода.

Предложенная концептуальная модель управления социальной системой удовлетворяет основным кибернетическим и синергетическим принципам: принципу необходимого разнообразия; принципу обратной связи; принципу дуальности; принципу адаптивности; принципу гомеостатичности; принципу мягкого и резонансного управления.

Принцип необходимого разнообразия реализуется за счет управления сложностью, особая роль в котором принадлежит системе стратегического управления. Информационные связи, направленные от системы стратегического управления к управляемому объекту, а затем

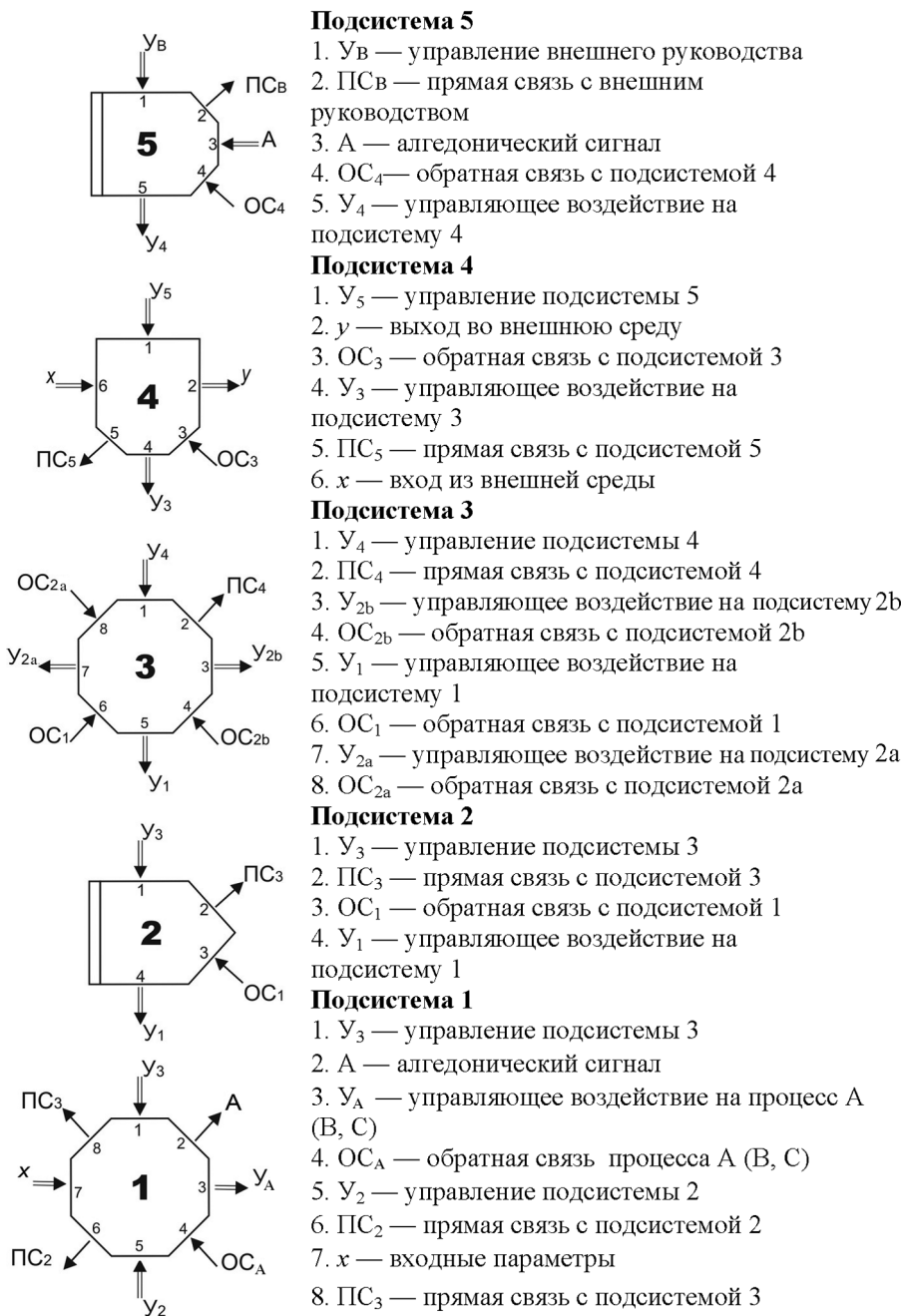


Рис. 2. Взаимодействие структурных элементов концептуальной модели

к внешней среде, обеспечивают расширение разнообразия. Например, цели, программы, положения и стандарты получают на каждом нижележащем уровне дополнительную интерпретацию и реализацию. Встречные потоки информации (из внешней среды к управляемому

объекту и от управляемого объекта к системе стратегического управления) обеспечивают сужение разнообразия. Например, на вышележащий уровень системы управления поступают отчеты о реализации стратегических планов, агрегированные до ключевых показателей. Вместо перебора и анализа всех ситуаций, возможных во внешней среде, именно система стратегического управления покрывает все разнообразие запросов внешней среды и формулирует стратегические цели с учетом будущих потребностей.

Второй способ управления сложностью обеспечивается свойством рекурсивности модели: модель управления подразделением в точности копирует на своем уровне модель управления системой в целом. Применительно к управлению организацией уровень рекурсивности спускается от системы управления организацией в целом до уровня человека, управляющего некоторым процессом. Соответственно, система стратегического управления редуцируется до высших отделов мозга человека, отвечающих за управление другими отделами мозга, преобразование всех внешних импульсов, регулирование сложных реакций, включая поведение.

Принцип обратной связи, принцип дуальности и принцип адаптивности рассмотрим подробнее с помощью блок-схемы на рис. 3. Для наглядности будем рассматривать схему применительно к управлению университетом, в частности, к управлению основным процессом в университете — образовательным процессом.

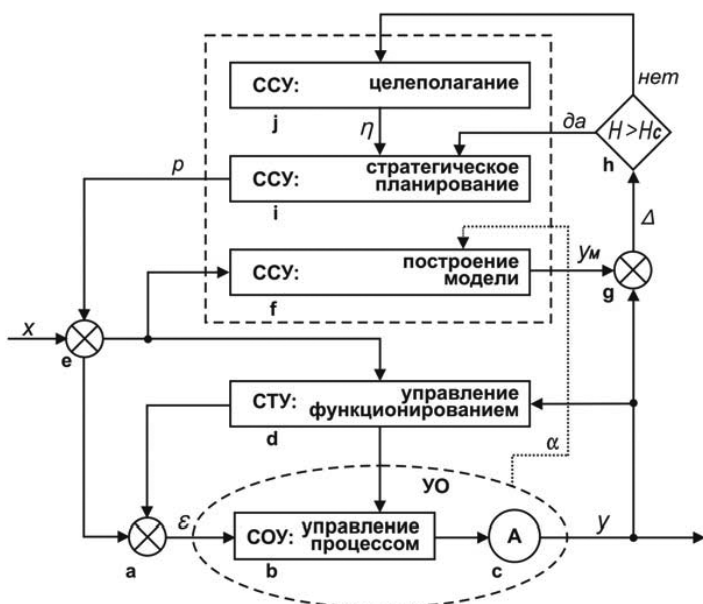


Рис. 3. Дуальная блок-схема управления

На вход системы поступают параметры x , характеризующие все направления образовательной деятельности: например, специальности и уровни подготовки, государственные образовательные стандарты, государственный заказ на подготовку специалистов и количество студентов, ряд экономических показателей и многое другое. Сюда же поступают цели образовательного процесса η и перспективные планы развития p , сформированные системой стратегического управления ССУ, задающие требования, предъявляемые обществом к образованию, качеству обучения и т.п.

Контур управления ($a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$) соответствует обычному контуру, характерному для замкнутых систем управления, в которых существует отрицательная обратная связь и обеспечивается управление по отклонению.

Система тактического управления (СТУ) функционально представляет собой регулятор образовательного процесса (блок d). Здесь формируются управляющие воздействия на управляемый объект (УО). Управляемый объект содержит систему СОУ (блок b), непосредственно управляющую процессом, в которой происходит детализация входных параметров, организационной структуры образовательного процесса и средств его обеспечения (ППС, учебно-методическое обеспечение, материально-техническая база и т.п.), и реальный образовательный процесс, включающий проведение занятий, образовательные технологии, контроль знаний и т.п.

На выходе системы формируются выходные параметры y (например, дипломированные специалисты и показатели учебного процесса).

С помощью подсистемы аудита система СТУ производит контроль и осуществляет сравнение “входных” и “выходных” параметров, вычисляет функцию рассогласования $\varepsilon = x - y$, на основе которой вырабатываются рекомендации для обратной связи. Отрицательная обратная связь обеспечивает получение на выходе системы требуемых параметров, с помощью нее и осуществляется самоорганизация системы и корректировка для устранения рассогласования ε .

Поскольку принцип управления по отклонению универсален и не позволяет диагностировать причины, вызвавшие рассогласование (внутренние свойства или внешние воздействия), система тактического управления (СТУ) использует дополнительные возможности, позволяющие обеспечивать еще и управление по возмущению. Оно позволяет непосредственно изменять параметры управления СОУ и (или) видоизменять его структуру. В случае регулирования параметров, это осуществляется подсистемой управления взаимодействием, а в случае изменения структуры, это осуществляется подсистемой управления функционированием.

Второй контур ($e \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow h \rightarrow j \rightarrow i \rightarrow e$) реализует механизм адаптивного управления с помощью системы стратегического управления ССУ. В этом контуре управления ССУ отвечает за построение эталонной модели основной системы и выполняет, по существу, функции адаптера.

В блоке j формируются цели образовательного процесса η , в блоке i формируются стратегические планы. При формировании целей может использоваться, например, модель эталонного специалиста с ключевыми компетенциями и профессионально значимыми личностными качествами, построенная на основе опережающего государственного образовательного стандарта (ОГОС) [6].

В адаптивном контуре цепь “ввода будущего” использует модель, построенную в блоке f . Модель образовательного процесса $y_M = Y(u_M, x, \eta, p)$ строится на основе эталонной модели управления u_M , параметров входа x , целей образовательного процесса η , стратегических планов p , учитывающих воздействия внешней среды. Здесь y_M означает ожидаемые эталонные параметры выхода.

Модель сравнивается с результатами реального образовательного процесса, что позволяет соотнести потребности внешней среды с возможностями университета, на этой основе проводится их совместный параметрический анализ. Отклонения модельных параметров от параметров реального образовательного процесса $\Delta = \Delta(y_M - y', \alpha)$ вычисляется в блоке g . Отметим, что информация о реальном процессе y агрегируется до ключевых показателей эффективности y' (*key performance indicator; KPI*), являющихся параметрами процессов вуза, по значениям которых можно судить об успешности выполнения подразделениями их оперативных задач. Кроме того, учитывается неаналитическая информация α , полученная с помощью алгедонического сигнала непосредственно от объекта управления.

На основе синергетического подхода определяются тенденции и конкретные параметры устойчивого развития. Для этого строится сценарная модель развития системы, вычисляется функционал $H = H(\Delta)$ для оценки самоорганизации системы, а также критическое значение функционала H_c , обеспечивающего самоорганизацию системы.

Если уровень самоорганизации системы выше критического минимума $H > H_c$ (блок h), адаптивное управление заключается в корректировке планов (блок i).

Если уровень самоорганизации системы ниже критического минимума $H < H_c$, обратный сигнал поступает в ССУ, после чего происходит пересмотр миссии и формулирование новых целей (блок j).

Следует отметить, что откорректированный сигнал обратной связи из ССУ является, по существу, *мягким резонансным воздействием* на

систему, которое опирается на измененные цели и изменяет содержание и методологические основы учебного процесса. Такие воздействия имеют первостепенное значение, так как реализующая структура есть следствие содержания.

Для оценки самоорганизации предлагается использовать негэнтропию системы H . Для оценки H может быть использован функционал, вычисляющий энтропию собственных чисел ковариационной матрицы как меру внутренней несвязности системы:

$$\tilde{H}(\Sigma) = - \sum \lambda'_i \log_p \lambda'_i,$$

где $\lambda'_i = \lambda_i / \sum_{i=1}^p \lambda_i$. Тогда $H = \text{const} - \tilde{H}(\Sigma)$. Здесь $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$ – собственные числа положительно определенной ковариационной матрицы $\Sigma = M(U - MU)'(U - MU)$ порядка p ; U – случайный p -мерный вектор, описывающий состояние системы, имеющий первый и второй моменты, MU и $MU'U$, соответственно; p – число измеряемых ключевых показателей эффективности КРП.

Математические методы и алгоритм построения сценарной модели, а также функционалы для оценки самоорганизации системы H , оценка погрешности вычисления и способы ее уменьшения рассмотрены в работе [7, 8].

Рекурсивность концептуальной модели предполагает наличие подобной дуальной системы управления на вложенном уровне рекурсии, т.е. в управляемом объекте УО.

Таким образом, рассматриваемый вариант системы управления, можно классифицировать как адаптивную систему с эталонной моделью, в которой реализуются все принципы управления, в том числе принципы мягкого резонансного управления. Управление такой системой может осуществляться практически по всем основным параметрам, а именно: управление по целям; управление по функциям; управление по ситуациям; управление по конечным результатам; и, наконец, управление по процессу в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Х и ц е н к о В. Е. Модель жизнеспособной фирмы Стаффорда Бира // Менеджмент в России и за рубежом. – 1999. – № 3.
2. Б и р С. Мозг фирмы. – М.: Радио и связь, 1994. – 416 с.
3. M i n t z b e r g Н. Structure in Fives. Designing Effective Organizations. – New Jersey: Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1983.
4. М а р к а Д. А., М а к Г о у э н К. Методология структурного анализа и проектирования. – М.: ТОО ФРЭД, Банксервис, 1993. – 264 с.

5. M i l l e r D. The magical number seven, plus or minus two. Some limits of our capacity for processing information / The Psychology of Communication: Seven Essays. New York, Basic Book, 1967.
6. Д о б р я к о в А. А. Особенности функциональной структуры опережающего варианта ГОС, ориентированного на послевузовскую ступень подготовки элитных специалистов // В кн. "Проблемы качества образования". – М.: ИЦКПС, 2000. – С. 15–25.
7. Д е р е в н и н а А. Ю. Алгоритм построения сценарной модели развития системы // Вестник Тюменского гос. ун-та. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2006. – № 5. – С. 222–230.
8. Д е р е в н и н а А. Ю. Об одном методе оценки самоорганизации развивающихся систем // Вестник Тюменского гос. ун-та. – Тюмень: изд-во ТюмГУ, 2006. – № 7. – С. 92–97.

Статья поступила в редакцию 23.11.2006

Анна Юрьевна Деревнина родилась в 1959 г., окончила МГУ им. М.В. Ломоносова в 1981 г. Канд. физ.-мат. наук, проректор по учебной работе Тюменского государственного университета, докторант Исследовательского центра проблем качества подготовки специалистов. Автор более 60 научных работ в области управления социальными и экономическими системами и математического моделирования развивающихся систем.

A.Yu/ Derevnina (b.1959) graduated from the Lomonosov Moscow State University in 1981. Ph. D.(Phys.-Math.), vice-rector on teaching of the Tyumensky State University, doctorate of the research Center for Problems of Quality of preparation of specialists. Author of more than 60 publications in the field of management of social and economic systems and mathematical simulation of developing countries.

Анатолий Александрович Добряков родился в 1927 г., окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана в 1957 г. Д-р психологических наук, канд. техн. наук. Заместитель начальника управления качеством образовательной и научной деятельности МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 100 научных работ, в том числе 10 монографий и учебных пособий. Специализируется в области качества образовательной и научной деятельности в области технических дисциплин.

A.A. Dobryakov (b. 1927) graduated from the Bauman Moscow Higher Technical School in 1957. D. Sc.(Psychology), Ph. D.(Eng.), Deputy Head of Administration for Quality of Educational and Scientific Activity of the Bauman Moscow State Technical University. Specializes in the field of quality of educational and scientific activity in the sphere of technical disciplines.