

МОДУЛЬНОЕ ПОСТРОЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

БЕЛОВ А.А., канд. техн. наук, ГВОЗДЕВ А.В., асп.

Представлен модульный принцип построения системы контроля и управления организационными процессами. Даны математические основы мониторинга и анализа организационных процессов, их эффективности. Предложены методы и средства использования принципов организации и самоорганизации в управлении производственными процессами.

Ключевые слова: автоматизированная система уравнений, организационный процесс, модульный принцип построения системы.

MODULAR FORMATION OF AUTOMATED ORGANIZATION PROCEEDINGS MANAGEMENT SYSTEMS

BELOV A.A., Ph.D., GVOZDEV A.V., postgraduate.

The article concerns modular principle of organization proceedings control and management systems formation. It gives mathematical basis of organization proceedings monitoring, analysis, and efficiency. It suggests methods and means of organization and self-organization principles in industrial processes management.

Key words: automated equation system, organization proceeding, modular principle of system formation.

Организационные решения – эффективное средство достижения цели и устойчивости организации на современном рынке. Динамика современных социально-экономических систем не позволяет ориентироваться на традиционные методы организационного построения для адаптации к меняющимся условиям внешней среды, необходима постоянная подстройка структуры, следовательно, одной из главных задач становится управление организационными процессами.

В настоящее время много внимания уделяется изучению и применению процессов самоорганизации при организационном проектировании. В связи с этим одной из наиболее сложных проблем становится совместное использование процессов организации и самоорганизации. Как найти оптимальное сочетание этих процессов и использовать это в управлении фирмой – этому посвящена разработанная автоматизированная система управления организационными процессами (АСУОП). АСУОП основана на современной теории систем и теории самоорганизации.

Управляющим фактором (параметром) в общем случае является проблема W , выражающая (информационно) возникающую потребность U и определяющая целенаправленность структурных преобразований. Проблема W (проблемная ситуация) формирует контекст, в котором проявляется когерентность взаимодействия элементов организации. Степень когерентности зависит от способности элементов воспринимать проблему и способности соучастия в её решении. Эта степень может быть определена эффектом взаимодействия, который, в свою очередь, определяется степенью удовлетворения потребности U или, что то же самое, степенью решения проблемы W . При этом эффект E достигается за счет более рациональной организации системы, приводящей к более эффективному использованию имеющихся ресурсов организации R [1].

Возникающие в организации проблемы можно подразделить на 2 класса:

- 1) традиционные;
- 2) случайные.

Организационные решения для проблем первого класса определены (формальная древовидная структура любой фирмы, в которой закодировано иерархическое представление таких проблем). Проблемы второго класса возникают внезапно, непредсказуемо, их решение неочевидно в виду отсутствия опыта, большой неопределенности. Эта неопределенность, по законам теории информации, может быть снята только получением новой информации. Из этого следует, что при появлении такой проблемы элементы организационной структуры начинают активный поиск информации, способа решения (снятия неопределенности), который выражается в активизации процессов коммуникации в организации. Именно получение информации является целью любой коммуникации. Обеспечение работников свободой выбора информационного взаимодействия с другими работниками является необходимым условием процесса самоорганизации последних в решении возникающих проблем. В связи с этим разработана система, которая обеспечивает полную свободу коммуникаций работников в их профессиональной деятельности, а также производит мониторинг данного процесса в контексте существующих проблем и эффективности их решения. В процессе мониторинга идет накопление хранилища знаний, позволяющего использовать полученный опыт организационных решений для определенного класса проблем.

Функциональная реализация АСУОП представлена в виде DFD-модели на рисунке. При реализации системы использован модульный принцип построения.

1. Модуль электронной почты. Данный модуль обеспечивает работу с электронными письмами в организации. Реализуются формальные и неформальные коммуникации. Любой работник может отправить сообщение другому сотруднику, указав тему, вид, текст сообщения, а также вложить в письмо любой файл данных (например, файл MS Word).

2. Модуль обмена мгновенными сообщениями. Обеспечивает свободное взаимодействие сотрудников в сети посредством обмена информационными сообщениями в реальном времени. В сис-

теме реализован принцип деления общего информационного пространства локальной сети организации на подпространства по принципу отношения к определенной проблеме W . Эти подпространства называются каналами. Таким образом, реализуется возможность свободных коммуникаций в контексте определенной проблемы W для определения решения P и формирования структуры G .

3. Модуль организации каналов. Каналы классифицируются следующим образом:

- по способу организации:

- организованный (первоначальный состав участников определяет создатель канала; заранее ограничивается количество элементов системы, которая должна решить проблему W ; связи между элементами устанавливаются в процессе обсуждения);

- самоорганизующийся (состав участников и связи между ними заранее не определены и система, решающая проблему W , полностью определяется в процессе обсуждения);

- по способу входа в канал:

- открытый (вход свободный или сотрудник организации может попросить разрешения у автора канала на допуск к общению);

- закрытый (вход только для состава работников, определенного заранее).

Таким образом, каналы могут обеспечивать и сочетать процессы организации и самоорганизации.

4. Модуль работы с документами. Выработанное в процессе коммуникаций решение P проблемы W должно быть закреплено в документах. Это необходимо для определения участников команды, ответственности, сроков исполнения и т.п. Также реализуется доставка документов до получателей, поиск и хранение документации. Этот модуль реализует функции формальных коммуникаций (документарных), т.е. обеспечивает реализацию конкретного решения P проблемы W структурой G . В данном модуле также реализована возможность сопряжения с типовой сторонней системой документооборота.

5. Модуль управления организационными документами или системными атрибутами. Каждый сотрудник или структурный элемент организации рассматривается как система со следующими атрибутами:

- ресурсами R (трудовые, информационные, финансовые и т.п.);
- функциями F (обязанности, регламенты и т.п.);
- целями Z (задачи).

Для отдельного работника эти атрибуты отражены в должностной инструкции, для отдела – в положении об отделе и т.д. АСУОП обеспечивает ведение и динамическое изменение этих атрибутов в соответствии с принятыми решениями, возникающими проблемными ситуациями, а также контроль соответствия этих атрибутов контексту функционирования структурного элемента. Контекст в данном случае определяется существующими классами проблем в организации, участием структурного элемента в сформированных структурах (решениях). Изменение осуществляется с помощью команд, написанных на специальном языке, близком к естественному. Управляющие команды и данные разделяются специальными тегами. При посылке по электронной почте текста команды конкретному работнику в должностной инструкции происходит изменение атрибутов, указанных в команде, а работник

получает текст письма на естественном языке о произошедших изменениях.

6. Модуль оценки интеллектуальных способностей работников организации. Данный модуль реализован посредством приложения «Intellect Pro 2», в основе которого заложен метод иерархических понятийных структур [2]. С помощью данного модуля осуществляется оперативная проблемно-ориентированная оценка интеллектуальных способностей сотрудников (управленческого аппарата). Эти оценки учитываются при определении эффективности информационного взаимодействия в процессе принятия управленческих решений, при реализации кадровой политики организации.

7. Модуль создание тезауруса (онтологии) предметной области организации. Данный модуль реализует функции создания и ведения онтологии предметной области функционирования организации. Это необходимо для поддержки четвертого и пятого модулей (документ должен соответствовать онтологии фирмы), а также шестого модуля.

8. Модуль проблемных ситуаций. Модуль формирует базу проблемных ситуаций (проблем W), построенную по иерархическому принципу, осуществляет актуализацию базы по мере возникновения и решения случайных проблем.

9. Модуль анализа эффективности взаимодействия. В процессе функционирования формируется матрица эффективности A_E , где элемент определяется как

$$e'_{iin} = \frac{\sum_j e_{ij}}{r_{ij}}, \quad (1)$$

где e_{ij} устанавливает j -й сотрудник по нормированной шкале [0..1], отражающей степень удовлетворения его информационных потребностей, полученных от i -го сотрудника сообщением; r_{ij} – количество информационных сообщений, полученных j -м сотрудником от i -го сотрудника.

10. Модуль мониторинга и анализа организационных (структурных) изменений. На основании накопленной информации о взаимодействии работников в контексте возникающих проблемных ситуаций определяется: количество сообщений от одного сотрудника другому; количество приказов; количество отчетов; количество сообщений, посланных в определенном интервале времени. На основе этих данных производится оценка организационности системы.

В АСУОП [3] на основе данных контроля работы компьютерной сети формируются первичные матрицы $A = |a_{ij}|$ с указанными данными:

- $A1$ – матрица «Количество символов», где $a_{ij} = n_{ij}$ – количество символов, полученных i -м сотрудником от j -го сотрудника за время t ;

- $A2$ – матрица «Количество сообщений», где $a_{ij} = p_{ij}$ – количество сообщений, полученных i -м сотрудником от j -го сотрудника за время t ;

- $A3$ – матрица «Среднее число символов в сообщениях», где $a_{ij} = k_{ij} = n_{ij} / p_{ij}$;

- $A4$ – матрица «Продуктно-ресурсная связь», где $a_{ij} = r_{ij}$ – число заданий (документов), выполненных i -м сотрудником для j -го сотрудника за время t .

Это первичные матрицы для расчета следующих двух групп характеристических показателей.

1) Структурно-динамические характеристики, позволяющие наблюдать процесс структурных преобразований, при самоорганизации:

- степень возмущения элементов V_i^j

$$V_i = \Delta K_{iin} / \Delta M_{in}, \quad (2)$$

где K_{iin} – среднее число символов, получаемое i -м работником от других работников; n – количество работников в подразделении; $j \in [1; n-1]$:

$$K_{iin} = \frac{\sum_j k_{ij}}{n-1}; \quad (3)$$

M_{in} – среднее число символов, принимаемое в сообщении в системе, $i \in [1; n-1]$:

$$M_{in} = \frac{\sum_i k_{iin}}{n}; \quad (4)$$

- организованность общения L_i^j .

$$L_i = H_i^s - H_i^t, \quad (5)$$

где H_i^s – неопределенность структурного компонента по передаче:

$$H_i^s = -\sum_j^{n-1} n_{ij}^s \log_2 n_{ij}^s; \quad (6)$$

H_i^t – неопределенность структурного компонента по приему:

$$H_i^t = -\sum_i^{n-1} n_{ij}^t \log_2 n_{ij}^t, \quad (7)$$

где n_{ij}^s – вероятность передачи одного символа от i -го работника к j -му:

$$n_{ij}^s = \frac{n_{ij}}{\sum_j n_{ij}}, \quad (8)$$

где $j \in [1; n]$; n_{ij}^t – вероятность получения одного символа от j -го работника к i -му:

$$n_{ij}^t = \frac{n_{ij}}{\sum_i n_{ij}}, \quad (9)$$

где $i \in [1; n]$.

При $L_i > 0$ неопределенность на выходе больше, чем на входе, общение работника менее направлено, чем общение других работников с ним. При $L_i < 0$ неопределенность на выходе меньше, чем на входе, общение работника более направлено, чем общение других работников с ним;

- упорядоченность общения W_i^j .

Рассчитывается следующим образом:

$$C_{Kij} = \frac{k_{ij}}{\max_i k_{ij}}, \quad (10)$$

где C_{Kij} – относительная доля передаваемых символов от i -го работника j -му (относительно всех работников, с которыми общается i -й работник);

$$Q_{Kij} = \frac{k_{ij}}{\max_j k_{ij}}, \quad (11)$$

где Q_{Kij} – относительная доля принимаемых символов i -м работником от j -го (относительно всех работников, от которых он получает сообщения);

$$W_c = \frac{\sum (C_{Kij} - C_{Kji})^2}{n^2 - n}, \quad (12)$$

где n – количество работников; C_{Kij} – принадлежит верхней треугольной матрице; C_{Kji} – принадлежит нижней треугольной матрице; $W_c \in [0; 1]$;

$$W_q = \frac{\sum (Q_{Kij} - Q_{Kji})^2}{n^2 - n}, \quad (13)$$

где n – количество работников; Q_{Kij} – принадлежит верхней треугольной матрице; Q_{Kji} – принадлежит нижней треугольной матрице; $W_q \in [0; 1]$;

- степень соответствия формальной и неформальной структуры ρ_{nr} .

Рассчитывается следующим образом:

– нормирование значений элементов по строкам по максимальному значению в строке матрицы A1:

$$n_{ij} = \frac{n_{ij}}{\max_i n_{ij}}; \quad (27)$$

– нормирование значений элементов по строкам по максимальному значению в строке матрицы A4:

$$r_{ij} = \frac{r_{ij}}{\max_i r_{ij}}; \quad (28)$$

– нормирование значений элементов по столбцам по максимальному значению в столбце матрицы A1:

$$n_{ij} = \frac{n_{ij}}{\max_j n_{ij}}; \quad (29)$$

– нормирование значений элементов по столбцам по максимальному значению в столбце матрицы A4:

$$r_{ij} = \frac{r_{ij}}{\max_j r_{ij}}. \quad (30)$$

После таких преобразований элементы матриц принимают значения от 0 до 1.

Второй этап стоит в нахождении коэффициентов корреляции между матрицами, нормированными по строкам и столбцам:

$$\rho_{nr} = \frac{\text{cov}(N, R)}{\sigma_N \sigma_R}, \quad (31)$$

где

$$\text{cov}(N, R) = \frac{1}{n^2} \sum (n_{ij} - \bar{n})(r_{ij} - \bar{r}). \quad (32)$$

2) Структурно-топологические характеристики, позволяющие отображать сформировавшиеся структуры (аттракторы):

- степень централизации δ .

$$\delta = (n-1)(2z_{\max} - n) \frac{1}{z_{\max}(n-2)}, \quad (33)$$

где z_{\max} – максимальное значение величины.

$$z_i = \frac{Q}{2} \left(\sum_{k=1}^n d_{ik} \right)^{-1}, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad i \neq k. \quad (34)$$

Для структур систем, имеющих максимальную степень централизации, $\delta = 1$, для структур с равномерным распределением связей – $\delta = 0$;

- связанность структуры.

Количественно связанность элементов структурного графа определяется матрицей связанности $C = \|C_{ik}\|$. Элементы матрицы C можно вычислить

на основе матрицы $A_{\Sigma} = \sum_{p=1}^N A^p$. $C_{ik} = 1$, если

$a_{ik}^{\Sigma} \geq 1$; $C_{ik} = 0$, если $a_{ik}^{\Sigma} = 0$. Связанность всех элементов в структуре соответствует выполнению условия

$$\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n a_{ik} \geq n - 1; i \neq k. \quad (35)$$

Правая часть неравенства определяет необходимое минимальное число связей в структуре, содержащей n компонентов. Если данное условие не выполняется, то определяются компоненты, для которых $C_{ik} = 0$, и управляющей системой принимается решение либо об их ликвидации, либо об организации их взаимодействия с другими структурными компонентами;

- структурная избыточность R .

Структурный параметр, отражающий превышение общего числа связей над минимально необходимым, называется структурной избыточностью R :

$$R = \frac{1}{2} \left[\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n a_{ik} \right] \frac{1}{n-1} - 1. \quad (36)$$

Данная структурная характеристика используется для косвенной оценки надежности организационных систем. Для систем с максимальной избыточностью, имеющих структуру типа «полный граф», $R > 0$; для систем с минимально допустимой избыточностью – $R = 0$; для систем несвязанных или слабо связанных – $R < 0$;

- структурная компактность Q .

Для количественной оценки структурной компактности вводится параметр, отражающий близость элементов между собой. Близость двух элементов i и k между собой определяется через минимальную длину пути d_{ik} . Тогда величина

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n d_{ik}, i \neq k, \text{ отражает общую структурную}$$

близость элементов между собой в системе. Для количественной оценки структурной компактности очень часто используется относительный показатель, вычисляемый по формуле

$$Q_{отн} = \frac{Q}{Q_{\min}} - 1, \quad (37)$$

где $Q_{\min} = n(n-1)$ – минимальное значение компактности для структуры системы типа «полный граф»;

- равномерность распределения связей ε^2 .

Равномерное распределение связей в структуре, имеющей m связей и n структурных компонентов, характеризуется средней степенью вершины графа, отражающего эту структуру $\bar{\rho} = 2m/n$. Тогда, введя понятие отклонения $\rho_i - \bar{\rho}$, где ρ_i – действительная степень i -й вершины заданного графа, можно определить квадратическое отклонение за-

данного распределения степеней вершин от равномерного:

$$\begin{aligned} \varepsilon^2 &= \sum_{i=1}^n (\rho_i - \bar{\rho})^2 = \sum_{i=1}^n \rho_i^2 - 2\bar{\rho} \sum_{i=1}^n \rho_i + 4m^2/n = \\ &= \sum_{i=1}^n \rho_i^2 - 2 \cdot 2m/n \cdot 2m + 4m^2/n = \sum_{i=1}^n \rho_i^2 - 4m^2/n. \end{aligned} \quad (38)$$

Показатель ε^2 характеризует недоиспользование возможностей заданной структуры в достижении максимальной связанности.

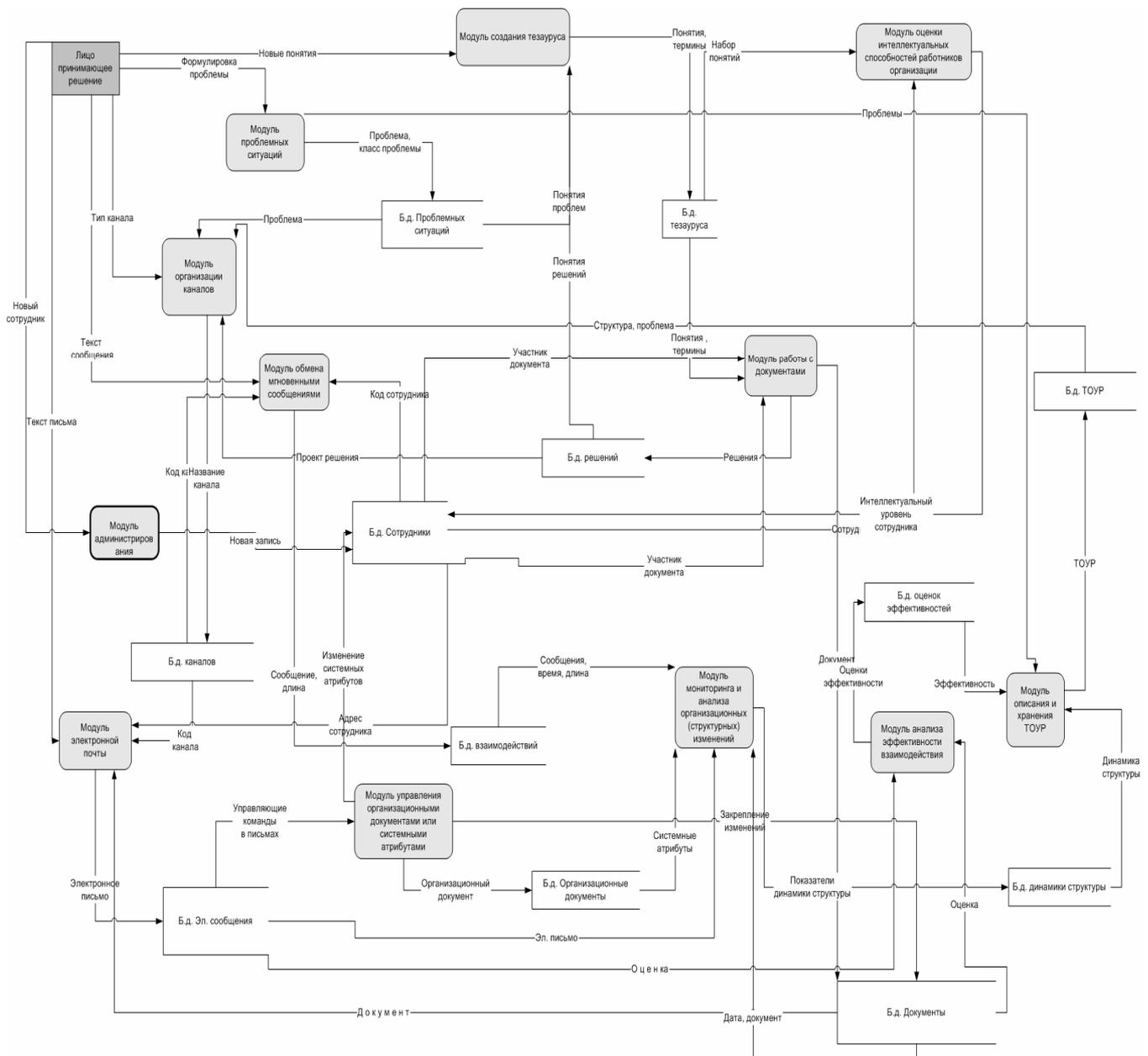
Структурно-динамические и структурно-топологические характеристики позволяют проводить мониторинг организационных изменений, следить за процессом структурных преобразований. Причем, структурно-динамические характеристики являются своего рода координатами состояния этого процесса: их изменение свидетельствует о наличии процесса изменения реальных организационных структур. Структурно-топологические характеристики в большей мере отражают характер этого процесса, т.е. характер изменения организационной структуры. Исходя из принципа единства организации и самоорганизации, для оценки целесообразности структурных изменений определяется соответствие существующей структуры предопределенной функции.

11. Модуль описания и хранения типовых организационно управленческих решений (ТОУР). Реализует функции ведения хранилища организационных решений проблем, возникающих перед организацией, их анализ и предложение оптимальных организационных решений при повторном возникновении проблемных ситуаций.

При возникновении проблемы W , в соответствии с принципом самоорганизации, возникает коллегиальная структура G , обеспечивающая решение данной проблемы с эффективностью Ξ . Эта структура регистрируется посредством структурно-топологических характеристик в базе АСУОП. При последующих появлениях похожей проблемы эта операция повторяется. Формируется выборка проблемных ситуаций и их организационных решений, на основании которой выбирается наиболее оптимальное G_{opt} , соответствующее Ξ_{max} и представляемое как типовое организационно-управленческое решение (ТОУР). Так создается база ТОУР, позволяющая использовать опыт организации в виде базы знаний. [4]

Введение в хранилище знаний показателей организационной структуры при различных внешних и внутренних условиях существенно повышает ценность информационного ресурса организации. Эта информация служит для определения ТОУР. Знание об отклике показателей структуры на определенный класс проблемных ситуаций позволяет в автоматизированном режиме предлагать организационные решения при распознавании классов проблемных ситуаций.

12. Модуль администрирования. Реализует функции по первоначальному вводу данных, ведению политики безопасности, резервному копированию и т.п.



DFD-модель автоматизированной системы управления организационными процессами

АСУОП реализована средствами интегрированной среды разработки Delphi 7, в качестве СУБД используется FireBird 1.5. Сетевое взаимодействие реализовано посредством протокола TCP/IP через сокет. Приложение реализовано по 3-х уровневой технологии: СУБД – Сервер – Клиент. Обмен данными между сервером и клиентами осуществляется в формате XML.

Использование разработанной системы дает возможность реализовать процесс адаптации организации к внутренним и внешним изменениям, автоматического контроля организационных изменений и на основании этого осуществлять анализ и определение путей повышения эффективности работы административных органов. Разработанные средства системы активизируют процессы взаимодействия сотрудников управленческого аппарата, участвующих в принятии коллективных решений, контролируют эффективность принимаемых решений, способствуют автоматизации организационно-

управленческой деятельности. Это осуществляется путем выполнения этой деятельности в разработанной информационно-сетевой среде.

Список литературы

1. Белов А.А. О целесообразности структурных систем // Системный анализ в проектировании и управлении: Тр. VIII Междунар. науч.-техн. конф. – СПб.: Изд-во «Нестор», 2004. – С.17–21.
2. Шашенкова М.А. Интеллектуальный потенциал организации и методика его оценки // Вестник ИГЭУ. – 2004. – Вып. 3. – С. 13–19.
3. Белов А.А., Гвоздев А.В., Поташов А.И. Автоматизированная система ведения организационного процесса. Лабораторный практикум. – Иваново: ИГЭУ, 2004.
4. Белов А.А. Синергетическая парадигма организационного управления: принципы и их реализация // Вестник ИГЭУ. – 2004. – Вып. 1. – С. 12–18.

Белов Александр Аркадьевич,
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой информационных технологий,
телефон (4932) 26-98-54,
e-mail: belov@it.ispu.ru

Гвоздев Александр Владимирович,
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
аспирант кафедры информационных технологий,
телефон (4932) 26-98-55,
e-mail: belov@it.ispu.ru