

УДК 004.003.13 : 004.8 : 303.732.4

UDC 004.003.13 : 004.8 : 303.732.4

**КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ****CONCEPT OF THE INTELLIGENT
TECHNOLOGIES FOR INCREASING THE
INFORMATION SYSTEMS EFFECTIVENESS**

Белых Андрей Алексеевич
к. т. н., доцент
*Пермская государственная
сельскохозяйственная академия, Пермь, Россия*

Belykh Andrey Alekseevich
Cand. Tech. Sci., Associate Professor
Perm State Agricultural Academy, Perm, Russia

В статье сформулирована концепция разработки интеллектуальных технологий, рассматривающая с позиций системного анализа задачи измерения характеристик и моделирования предпочтений лица принимающего решение в качестве критерия эффективности информационных систем

The concept of the intelligent technologies development considering characteristic estimation and preference modeling of a decision-making person as a criterion of information system effectiveness through the system analysis has been formulated in the article

Ключевые слова: ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, КОНЦЕПЦИЯ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК, МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕДПОЧТЕНИЙ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Keywords: INFORMATION SYSTEMS CONCEPT, INTELLIGENT TECHNOLOGIES, SYSTEM ANALYSIS, PREFERENCE MODELING, CHARACTERISTIC ESTIMATION, EFFECTIVENESS.

Введение

Совершенствование методами системного анализа совокупности гетерогенных (разнородных) показателей эффективности информационных систем (ИС), используемых в новых технологиях, становится проблемным в связи с необходимостью комплексного оценивания подобных сложных систем. Решение этой проблемы требует описания динамики изменения уровня эффективности ИС с учетом индивидуальных предпочтений (интуитивных суждений эвристического характера – важнейшей компоненты человеческого фактора) всех заинтересованных лиц.

Сделанное уточнение требует развития понятия эффективности ИС как технической системы с учетом предпочтений экспертов (ПЭ) путем установления функциональной зависимости данного показателя от его частных характеристик, носящих объективный характер: готовности, надежности, производительности, пропускной способности,

помехоустойчивости, экономических, массогабаритных характеристик и других.

Эффективность ИС как средства анализа, обработки информации и управления сложными объектами требует изучения дополнительных свойств ИС, также связанных с человеческим фактором: интерпретируемости состояний и селективности управлений сложными объектами в рамках предпочтений лиц принимающих решения (ЛПР).

Обсуждаемая в настоящей статье концепция разработки интеллектуальных технологий повышения эффективности ИС является актуальной, поскольку она способствует преодолению сложившегося гносеологического противоречия при обосновании направлений повышения эффективности ИС между объективностью процессов измерения характеристик и рефлексивной субъективностью процедур их агрегирования в комплексную оценку является актуальным.

Степень разработанности проблемы. Вопросы формализации, постановки, разработки критериев, моделей описания и оценки эффективности, развития методов и алгоритмов решения задач системного анализа широко освещены в трудах Д. Клиланда, Э. Квейда, Я. Такахары, Дж. Касти, Б.А. Резникова, Н.П. Бусленко, А.И. Яблонского, Б.С. Флейшмана, Б.Г. Волика, М. Месаровича [8, 9, 10, 14, 15, 17, 23, 26, 30, 34]. В меньшей степени это коснулось принятия решений по оптимизации ИС как технических систем и средств обработки информации и управления другими сложными объектами.

Отдельные аспекты повышения эффективности ИС посредством управления надежностью, качеством, помехоустойчивостью, массогабаритными и другими объективно измеряемыми характеристиками рассмотрены в работах А. Авижениса, Ж.-К. Лапри, А.П. Ершова, А.Г. Мамиконова, Р.Б. Мазепы, Б.А. Мандзия, В.В. Липаева, В.И. Матова, В.И. Сагунова, М.Б. Игнатьева [1, 11, 20, 21, 22, 27, 29] и других [3, 4, 5, 13, 18,

19]. Известные результаты в этой области трудно считать исчерпывающими из-за недостаточного внимания в них к ИС как к сложным системам, которые должны исследоваться методом имитационного моделирования для достижения большей точности и объективности результатов в сравнении с экспертным (субъективным) оцениванием.

Проблемы учета влияния человеческого фактора на сложные системы нашли глубокое отражение в трудах по теории нечетких множеств, игр, организационных систем и квалиметрии таких авторов как Л. Заде, Э.А. Трахтенгерца, Ю.Б. Гермейера, А.И. Орлова, Д.А. Поспелова, В.Н. Буркова, Д.А. Новикова, Г.Г. Азгольдова [6, 7, 12, 24, 25, 33]. Однако методологические и математические основы моделирования человеческого фактора, получившие широкую известность, не затрагивают технологические аспекты интерпретации комплексной оценки эффективности сложных систем с учетом индивидуальных и коллективных предпочтений экспертов, в том числе лиц принимающих решения, и обоснования требований к разрабатываемым управленческим решениям, адекватным вариантам интерпретации. Известные перспективные методы моделирования предпочтений (механизмы комплексного оценивания (МКО)) на основе деревьев критериев и матриц свертки характеризуются ограниченными функциональными возможностями, недостаточно развитым научно-методическим аппаратом конструирования матриц свертки и моделирования коллективных предпочтений. Это обстоятельство сдерживает развитие систем интеллектуальной поддержки повышения эффективности ИС, учитывающих человеческий фактор, и делает востребованным создание более эффективных методов моделирования предпочтений экспертов.

Основы моделирования изложены в трудах Дж. Кейслера, Э. Ханта, Н.П. Бусленко, Б.Я. Советова, С.А. Яковлева, И.М. Яглома [8, 16, 28, 31,

35]. Однако результаты, опубликованные в известных работах, посвященных моделированию мотивационных аспектов деятельности экспертов, не в полной мере обеспечивают необходимый уровень адекватности, многообразия и технологичности процессов моделирования, что требует разработки новых подходов.

Не смотря на наличие значительного количества работ по отдельным аспектам проблемы повышения эффективности ИС, необходимо отметить ее недостаточную изученность в целом и на стыках отдельных задач. Разработка положений формулируемой концепции должна быть поддержана рядом моделей, описывающих складывающуюся ситуацию в области обоснования перспективных направлений повышения эффективности ИС.

1. Методологические основы концепции разработки интеллектуальных технологий

Индивидуальные предпочтения как проявление человеческого фактора в системах управления широкого класса распадаются на ряд составляющих: ПЭ потребителя, производителя продукции, конкурентов, ЛПР и других заинтересованных сторон.

Традиционно, интересы потребителя описываются моделью, включающей набор желаемых характеристик товаров (услуг) X_{II} на фоне характеристик производимого товара с параметрами X , которые оцениваются экспертами на основе результатов исследования специальных моделей и/или натурных испытаний как набор X_{Σ} . Эти переменные в виде потоков данных показаны на рисунке 1 в виде широких линий, как не прошедшие процедуру агрегирования [32].



Рисунок 1. Традиционная схема управления развитием технической системы

При недостаточно высоком уровне эффективности технической системы ЛПР принимает многокритериальное управленческое решение Y с целью изменения ситуации в условиях конкурентных предложений X_K , внешней среды X_{cp} и ограничения ресурсов R . Без специальной инструментальной поддержки у ЛПР возникает проблема нахождения (селекции) наиболее эффективного решения, учитывающего ПЭ всех заинтересованных сторон.

Всю свою жизнь Человек непрерывно занимается инициированием, разработкой и реализацией проектов широкого спектра: от проектов личного характера до проектов производственного назначения.

В основе этих многогранных процессов лежит процедура принятия решения среди альтернативных вариантов. Наилучшее решение может быть выбрано только среди ранжированного ряда.

Построение ранжированного ряда выглядит тривиальной задачей лишь при установлении на множестве вариантов бинарного отношения порядка в случаях, когда варианты отличаются одним параметром и можно говорить о простом (одномерном) отношении порядка. Для многомерного отношения порядка, предполагающего наличие у ранжируемых вариантов нескольких некоррелированных гетерогенных (разнородных) параметров, процедура его формализации резко усложняется.

Причина этого явления состоит в неоднозначной интерпретации многомерного отношения порядка, выступающего в качестве предпочтения – сугубо человеческого фактора, играющего заглавную роль в менеджменте, выделившемся из общей теории управления как подобласть управления совместной деятельностью людей – активных элементов организационной системы.

Обнаружение у активных элементов организационных систем новых (по сравнению с пассивными элементами) свойств: «свобода» выбора своего состояния, собственные предпочтения и цели, интерес к поведению других активных элементов и способность к его прогнозированию [7], позволяет отнести подобные системы к классу «недетерминированных», лишенных традиционных средств описания (моделирования), успешно работающих в предметной области физических законов и явлений. Остро ощущается потребность в появлении новой парадигмы принятия решений как теории и способа действия в науке, модели или образца исследования научных задач.

Следует заметить, что «свобода» активных элементов организационных систем не является абсолютной (анархической, произвольной). Она подчиняется своим закономерностям, рождающимся в

предметной области ряда дисциплин: психологии, социологии, физиологии и др., а, следовательно, может быть формализована с целью получения подходящих моделей, описывающих предпочтения активных элементов и ограничивающих изначально декларированную «свободу» их поведения [7].

Для решения этой проблемы становятся востребованными модели ПЭ основных участников процесса управления развитием технической системы в соответствии с контекстным порядком их рефлексий.

Концептуальная модель управления развитием технической системы в соответствии с ПЭ заинтересованных сторон показана на рисунке 2. В соответствии с ней осуществляется агрегирование (свертка) данных в качественную форму (переход от потоков данных $\{X_i\}$ к монопараметрическим агрегированным связям $\{\hat{X}_i\}$, допускающим ранжирование группы однородных объектов, либо множества состояний одного объекта) согласно ПЭ всех заинтересованных сторон. Здесь пара (X_1, \hat{X}_1) обозначает поток и агрегированную оценку, соответственно, варианта параметров ИС как технической системы и как средства управления техническим объектом. Преимущества данного подхода заключаются в возможности сопоставления ПЭ всех участников процесса управления и селекции эффективного управленческого решения \hat{Y}_1 в конкурсном порядке, обеспечивающем принятие оптимального относительно системы ценностей ЛПР варианта управления из множества $\{Y\}$.

Основным препятствием для реализации управления развитием технической системы в соответствии с концептуальной моделью, показанной на рисунке 2, является отсутствие эффективных технологий моделирования человеческих предпочтений, интерпретируемых автором в качестве многомерных бинарных отношений и способных [32]:

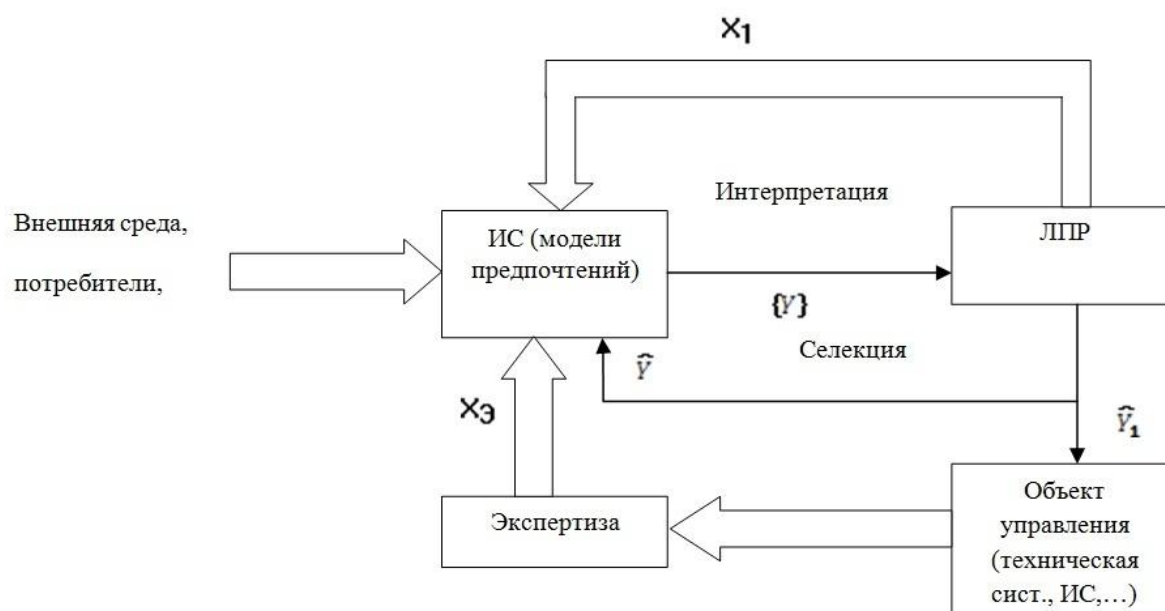


Рисунок 2. Концептуальная модель управления развитием технической системы в соответствии с ПЭ заинтересованных сторон

1) помочь носителю предпочтения осознать и сформулировать свое совокупное мнение в классе объектов посредством группы признаков (параметров, характеристик, частных критериев и т. п.);

2) построить математическую (аналитическую) модель каждого предпочтения во всей многомерной области определения и документировать его;

3) передать (предъявить) полученную модель для ориентации или строгого исполнения в качестве руководящего документа для других участников системы поддержки принятия решений (СППР);

4) осуществлять достаточно «тонкое» ранжирование произвольного числа вариантов объектов предъявленного предпочтения с целью принятия решения конкурсного характера;

5) осуществлять прогноз развития (траектории) качества отдельных объектов в рамках сформулированного (формализованного) предпочтения;

б) оценивать чувствительность качества представленных объектов к вариациям частных показателей в установленной системе предпочтений;

7) строить композиции предпочтений нескольких участников СППР с целью нахождения (обоснования) наилучших решений игровыми методами.

Достижению этих частных целей препятствует ряд проблем, которые можно сгруппировать в три больших класса [8]: проблема создания парадигмы принятия решений; проблема адекватности моделей; проблема решения задач анализа и синтеза оптимальных управлений.

Обсуждение этих проблем ставит своей целью в дискуссионном плане обосновать возможные подходы к моделированию предпочтений активных элементов СППР с позиций их соответствия трем обозначенным в [8] классам проблем. В дальнейшем, в настоящей работе с целью обеспечения достаточного взаимопонимания с оппонентами проводимой дискуссии понятие «активных элементов», заимствованное из теории организационных систем, подразумевает способность участников СППР принимать собственные решения в соответствии с индивидуальными предпочтениями, а понятие «организационная система» - СППР.

Рассмотрим базовую модель принятия решений в организационной системе, представленную на рисунке 3. Развертывание данной модели происходит при внесении в нее моделей предпочтений и/или их рефлексий.

Пусть многомерное состояние Z объекта ответственности Центра оценивается произвольным значением свертки z посредством модели предпочтения $G_{ц}^1$, несущей в себе тип Центра $r_{ц}$ (см. рисунок 4).

Центру должна быть предоставлена возможность выбора желаемого состояния объекта в будущем с оценкой $z_{ж}$, способной принимать положительные значения (развитие объекта), нулевое (стабилизация состояния объекта) и даже отрицательные значения (управляемая

деградация объекта), что обусловлено динамикой изменения параметров объекта из Z во времени.

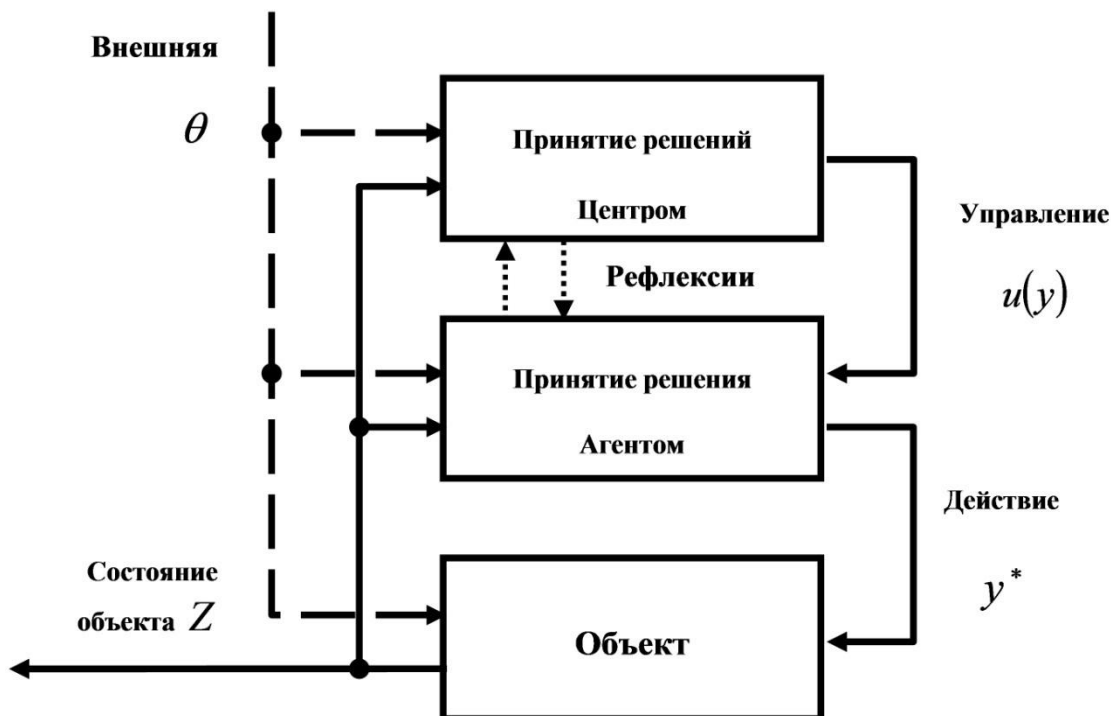


Рисунок 3. Базовая модель принятия решений в организационной системе

Если оператор $G_{\text{ц}}^1$ является достаточно развитой моделью предпочтений Центра, то он способен предоставить полное множество возможных планов управления объектом согласно формулируемым рассогласованиям: $\{\Delta z(y); y \in A\}$, поддерживаемым действиями агента y из множества его допустимых действий A . Возникает задача выбора эффективного управления действиями агента, исходя из заданного набора управлений, U_0 , имеющегося ресурса R и состояния среды q .

Целевая функция Центра $\Phi(\cdot)$ представлена моделью предпочтений $G_{\text{ц}}^2$ с тем же типом $r_{\text{ц}}$ как свертка состояния среды q , результатов действия агента $\Delta z(y)$ и затрат на стимулирование действий агента $u(y): \Phi(q, \Delta z(y), u(y))$. Используя в качестве модели предпочтения свертку с развитым свойством ранжирования, нетрудно идентифицировать наиболее

эффективные для Центра действия агента y^+ в каждом управлении $u(y): y^+ = \underset{y \in u(y)}{\operatorname{argmax}} \Phi(q, \Delta z(y), u(y))$, и на имеющемся множестве управлений

$$U_0 : y^+_{\max} = \underset{y^+ \in u(y) \in U_0}{\operatorname{argmax}} \Phi(q, \Delta z(y), u(y)).$$

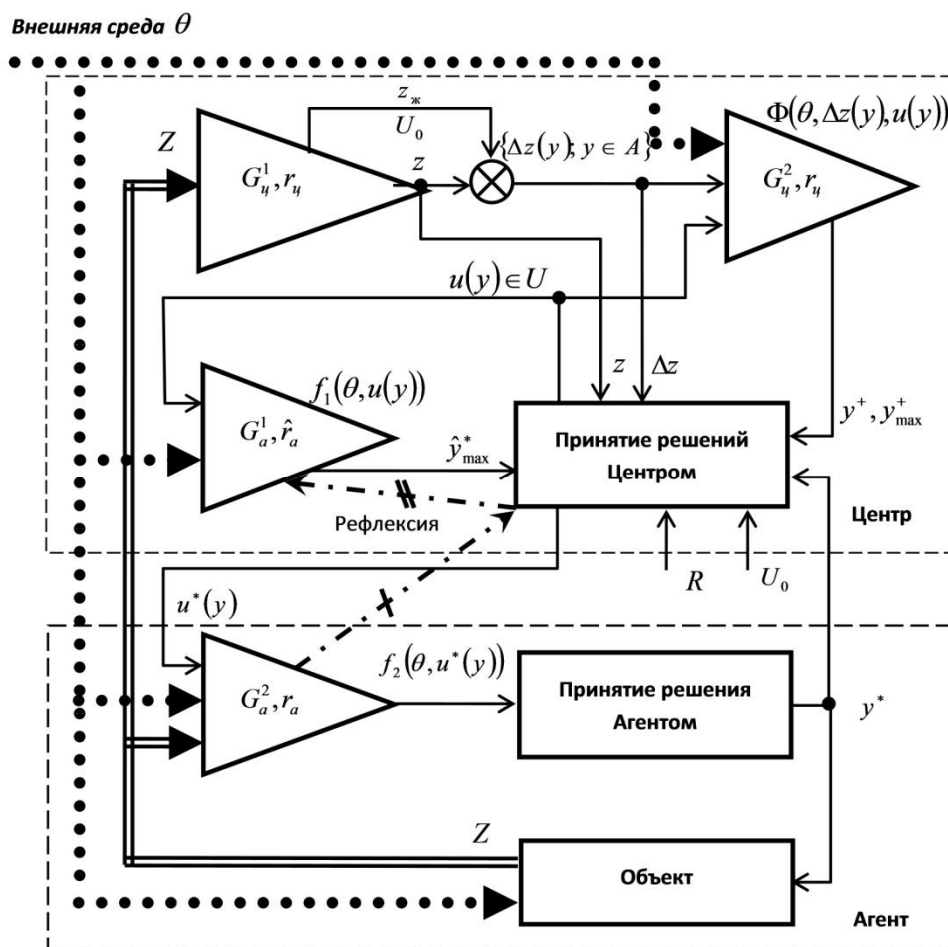


Рисунок 4. Модель принятия решений в организационной системе с учетом человеческого фактора в виде предпочтений активных элементов

Следующая часть задачи выбора эффективного управления организационной системой заключается в учете человеческого фактора, сосредоточенного в предпочтениях агента.

Если Центр располагает определенной информацией о типе агента r_a , то он может построить модель его целевой функции $f_1(q, u(y))$ в виде свертки, несущей в себе рефлексии типа агента $\hat{r}_a : G_a^1$. Информация об

объекте поступает агенту опосредованно в форме предлагаемых действий $y \in A$, сформулированных Центром при планировании управлений.

Свертка G_a^1 с развитым свойством ранжирования способна рефлексивно идентифицировать решения агента \hat{y}^* для каждого управления $u(y): \hat{y}^* = \underset{y \in u(y)}{\operatorname{argmax}} f_1(q, u(y))$, и найти среди имеющихся у Центра управлений U_0 , наиболее эффективное для него управление $u^*(y) = \underset{u(\hat{y}^*) \in U_0}{\operatorname{argmax}} \Phi(q, \Delta z(y), u(y))$, гипотетически стимулирующее агента к действию $\hat{y}_{\max}^* = \underset{y \in u^*(y)}{\operatorname{argmax}} f_1(q, u^*(y))$.

Если желаемая $\Phi(y_{\max}^+)$ и ожидаемая $\Phi(y_{\max}^*)$ эффективности системы расходятся на недопустимо большую для Центра величину $\Delta\Phi$, то им может быть принято решение о расширении исходного набора допустимых управлений или предоставленного ресурса до тех пор, пока не будет достигнуто отношение $\Delta\Phi = \Phi(y_{\max}^+) - \Phi(y_{\max}^*) \leq \Delta\Phi_{\max}$, либо пересмотра первоначальных планов развития объекта $\{\Delta z(y); y \in A\}$.

Обозначим реальные предпочтения агента с типом r_a как свертку G_a^2 , которая в общем случае отличается от ее рефлексии G_a^1 Центра. Поэтому принятое агентом решение $y^* = \underset{y \in u^*(y)}{\operatorname{argmax}} G_a^2(q, u^*(y))$ может не совпадать с ожидаемым \hat{y}_{\max}^* .

Основанием для идентификации предпочтения агента по результатам натурального эксперимента, кроме $(u^*(y), y^*)$, может служить дополнительная информация Центра: $\Delta z(y_{\max}^*), \Delta z(y^*); \Phi(y_{\max}^*), \Phi(y^*); f_1(y_{\max}^*), f_1(y^*)$, а также отношение порядка между приведенными парами данных, что дает возможность последующей коррекции рефлексивной модели предпочтения агента G_a^1 с последующим повторением всей процедуры принятия Центром управленческого решения.

Для решения проблемы адекватности и идентификации организационных систем [6, 33] необходимо, во-первых, обеспечить оценку e -оптимальности на основе определения дифференциалов $\frac{\partial \Delta z(p)}{\partial p} dp$ и $\frac{\partial \Phi(p)}{\partial p} dp$, характеризующих устойчивость оптимального решения по каждому параметру модели p . Во-вторых, следует установить класс реальных систем, в которых данное управление еще обладает свойством оптимальности в соответствии с множеством инвариантных состояний модели, объединяемых отношением эквивалентности (комплексной оценкой), формирующим геометрическое место однородных точек равной цены.

Проблема решения задач анализа и синтеза оптимальных управлений традиционно связывается как с выделением новых классов моделей организационных систем, так и с получением аналитических результатов исследований ряда известных моделей [7]. Рассматриваемая в работе новая концепция учета человеческого фактора в форме моделей предпочтений уже по определению тяготеет к прикладным задачам принятия решения, неповторимость которых с позиций теории управления проектами приводит к необходимости представления современной парадигмы как «действия» в науке в качестве определенной технологии анализа и синтеза оптимальных управлений.

Моделирование предпочтений относительно сложных объектов, описываемых несколькими критериями, должно осуществляться процедурами комплексного оценивания. В сравнении с линейными свертками и другими методами [7], как будет показано ниже, в наибольшей степени отвечают предъявленным ранее требованиям методы формирования комплексной оценки на основе построения иерархической структуры (дерева) критериев.

Таким образом, перспективным направлением достижения перечисленных возможностей теорией управления организационными системами является модификация моделей рационального поведения, основанных на максимизации активными элементами их целевых функций, за счет включения в эти модели агрегирования (свертки) [6] многомерных отношений порядка – предпочтений активных элементов.

Гносеологическая сложность моделирования предпочтений не должна останавливать исследователя, во-первых, в силу объективного существования и решающей роли предпочтений в организационных системах, во-вторых, в настоятельной необходимости этих попыток, поскольку, то, что мы не можем моделировать, того мы не понимаем и не способны эффективно использовать в достаточной для управления мере.

Для расширения функциональных возможностей математического аппарата моделирования по четкой процедуре $f(\cdot, \cdot)$, задаваемой матрицей свертки, в соответствии с принципом обобщения по схеме, предложенной Д.А. Новиковым, вычисляется нечеткая оценка \tilde{X} по нечетким аргументам (критериям) \tilde{X}_1 и \tilde{X}_2 с функцией принадлежности $m(x)$:

$$m_{\tilde{X}}(x) = \sup_{\{(x_1, x_2) | f(x_1, x_2) = x\}} \min\{m_{\tilde{X}_1}(x_1), m_{\tilde{X}_2}(x_2)\}. \quad (1)$$

Дальнейшее расширение класса матриц свертки можно осуществить с помощью нечеткой процедуры свертки, в основе которой лежит нечеткая матрица свертки.

Некоторые или все ячейки такой матрицы \tilde{m} представлены несущим множеством значений с функцией принадлежности $m_{\tilde{m}}(m)$, где m - элемент несущего множества. Тогда функция принадлежности нечеткой оценки \tilde{X} определится согласно выражению:

$$m_{\tilde{X}}(x) = \sup_{\{(x_1, x_2, m) | m = x\}} \min\{m_{\tilde{m}}(x_1, x_2, m), m_{\tilde{X}_1}(x_1), m_{\tilde{X}_2}(x_2)\}. \quad (2)$$

Интерпретация нечеткой свертки упрощается использованием процедуры дефазификации (построения четких аналогов нечетких чисел) переменных по наиболее распространенному методу Центра тяжести:

$$\dot{X} = ЦТ(\tilde{X}) = j(m) = \sum xm / \sum m, \quad (3)$$

что позволяет рассматривать функцию нечеткой свертки в дефазифицированной форме:

$$\dot{X} = ЦТ(\tilde{X}) = j(f_i(j(\tilde{X}_1), j(\tilde{X}_2))) = f_i(\dot{X}_1, \dot{X}_2). \quad (4)$$

Для большей наглядности функции нечеткой свертки вычисляются по уравнениям кусочно-гладких проекций изопрайс (дифференцируемых функций - линий одинаковой цены \dot{X}_c)

$$\dot{X}_c = j(m_1, m_2) = f_i(\dot{X}_1, \dot{X}_2). \quad (5)$$

Приведенные отношения (1) – (5) позволяют строить эффективные программные комплексы для моделирования предпочтений и принятия решений в организационных системах в качестве инновационных технологий анализа и синтеза оптимальных управлений. При этом в силу известной широты предметной области СППР следует ожидать диверсификацию классов моделей с одновременным сужением их тиражируемости, вплоть до эксклюзивности, обозначающей здесь уникальность и неповторимость объектов. В таких условиях разработка прикладных моделей может стать непозволительной роскошью, если этот процесс не поддержать эффективной технологией.

Моделирование предпочтения субъекта, принимающего решение, ранжирование множества вариантов решения, обоснование перспективных направлений их развития отличаются новыми возможностями (см. рисунок 5):

- независимым выражением суждений экспертов;

- ориентацией на сформулированные заказчиком приоритетные направления в интересующей его предметной области;
- ограничением манипулирования вариантами принятия решения;
- интерпретацией сложившегося ранжированного ряда объектов сопоставления с указанием перспективных направлений развития альтернативных вариантов для изменения, имеющего место отношения порядка между ними.

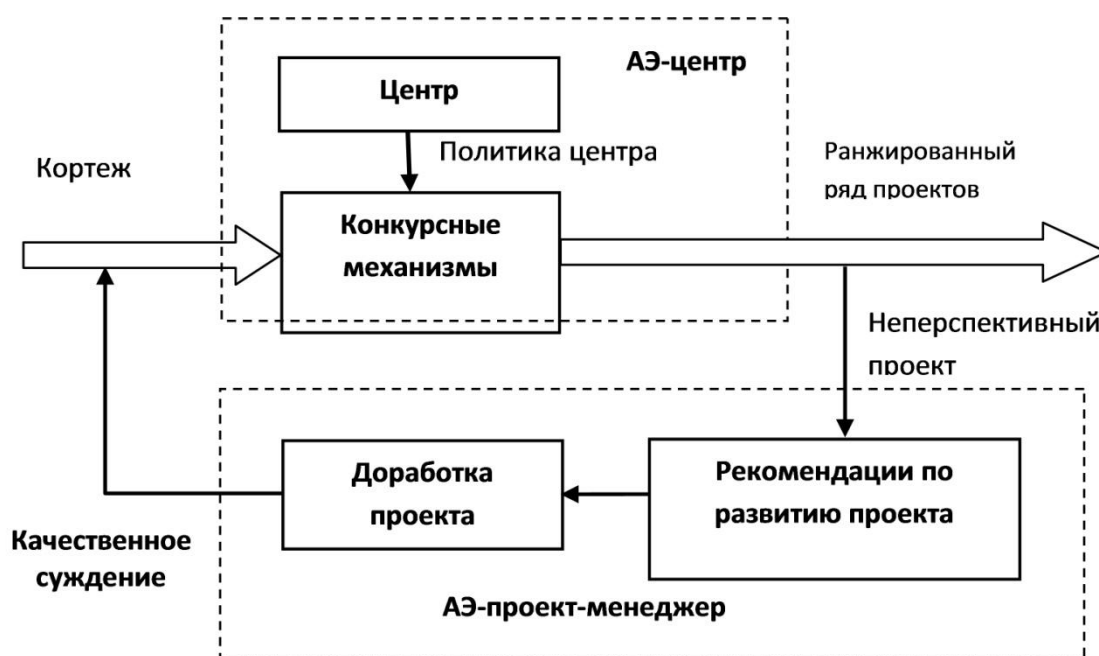


Рисунок 5. Система управления процессами разработки проектов

Прикладная задача создаваемой технологии СППР – обоснование способов перехода от качественных форм суждений к количественным формам и на этой основе от концептуальных моделей менеджмента к математическим моделям (рисунок 6).

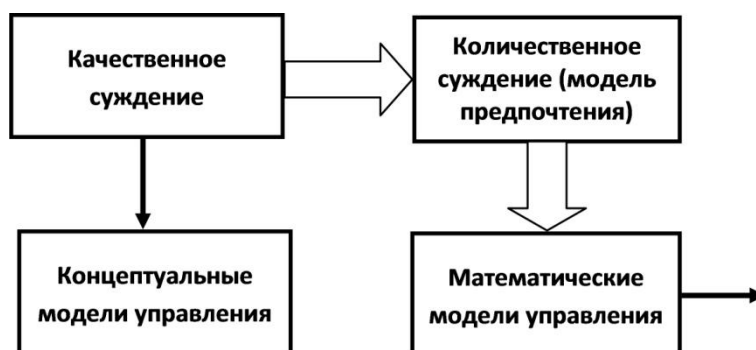


Рисунок 6. Структура научной технологии

Указанные свойства новых инструментальных средств СППР позволяют избежать потери в виде упущенной экономической выгоды, связанной с принятием неоптимальных решений, присущих известным технологиям вследствие неэффективного использования ими экспертной информации, игнорирования приоритетных направлений развития экономических субъектов, принципиальной возможности манипулирования результатами экспертизы и отказа от полномасштабного анализа альтернативных вариантов.

2. Содержание концепции разработки интеллектуальных технологий

Приведенный ряд концептуальных моделей, описывающих сложившуюся ситуацию в области проблемы обоснования перспективных направлений повышения эффективности ИС, и их обсуждение позволяют сформулировать содержание искомой концепции на общепринятых принципах системного анализа.

1. ИС как большая система должна исследоваться методами декомпозиции и композиции путем моделирования нисходящих и восходящих процессов, акцентируя внимание на архитектурно значимых точках (АЗТ) как предельно локализованных связях аппаратных, программных, информационных и функциональных компонентов ИС.

2. Структурная сложность ИС вызывает необходимость ее описания обоснованным множеством подсистем и уровней с существенными связями между ними при высоком разнообразии методов моделирования согласно особенностям физических объектов. Сложность функционирования ИС, характеризуемая множеством переходов их из одних состояний в другие (уровни технической, функциональной, коммерческой и других готовностей) в условиях неопределенности и взаимодействия со средой, сложности выбора поведения и развития, требуют адекватных средств описания эффективности этих процессов – траекторий в многомерных пространствах параметров, показателей и критериев.

3. Примат целого над частями сложной системы при условии их взаимозависимости и иерархичности, подчеркивает целесообразность развития аппарата оценивания чувствительности системы к вариациям отдаленных компонент в форме транзитивных отношений одной или нескольких переменных (задача анализа) и влияния желаемых изменений системы в целом на адекватные изменения ее отдельных элементов (задача синтеза).

4. Сочетание детерминизма и неопределенности в системном подходе к ИС предопределяет использование вероятностного (при достаточной статистике) и нечеткого (на основе экспертной информации) подходов к выбору математического аппарата исследования.

5. Модели ПЭ как интуитивных суждений участников процессов управления подлежат проверке их адекватности обработкой наблюдений, экспертными оценками и результатами моделирования. Это особенно актуально при моделировании рефлексивных индивидуальных и коллективных ПЭ и принятии коллегиальных решений.

Сформулированные особенности использования принципов системного анализа к исследуемой проблеме в направлениях организации

системных многомодельных исследований технических систем, их многокритериального оценивания, обоснования выбора управленческих решений из агрегированного множества альтернатив, а также прогноза ситуаций стали отправными при разработке методологии и инструментальных средств повышения эффективности ИС.

Разрешение сложившегося гносеологического противоречия, возникающего при разработке интеллектуальных технологий повышения эффективности ИС, между объективностью процессов измерения характеристик и рефлексивной субъективностью процедур их агрегирования в комплексную оценку можно представить в виде концептуальной модели, представленной на рисунке 7.

Жизненный цикл ИС как технической системы и средства управления сложными системами начинается с обоснования набора минимально допустимых значений показателей ее эффективности. Исходный набор показателей в предложенной концептуальной модели обозначим как Y_0 . С этим набором будем сопоставлять $|Y_0|$ – мерное векторное пространство, в котором можно выделить подпространство Y_0^* , ограниченное предельно достижимыми на текущий момент значениями показателей эффективности. Тогда ТТЗ на разработку нового образца ИС предлагается формализовать обоснованным вектором требуемых показателей эффективности с естественным ограничением $\bar{y}_0 \in Y_0^*$. Данное ТЗ проходит полный цикл проектирования, реализации проекта (конструирования, кодирования) и испытаний (тестирование), успешное проведение которых выводит новый объект в серийное производство и эксплуатацию.

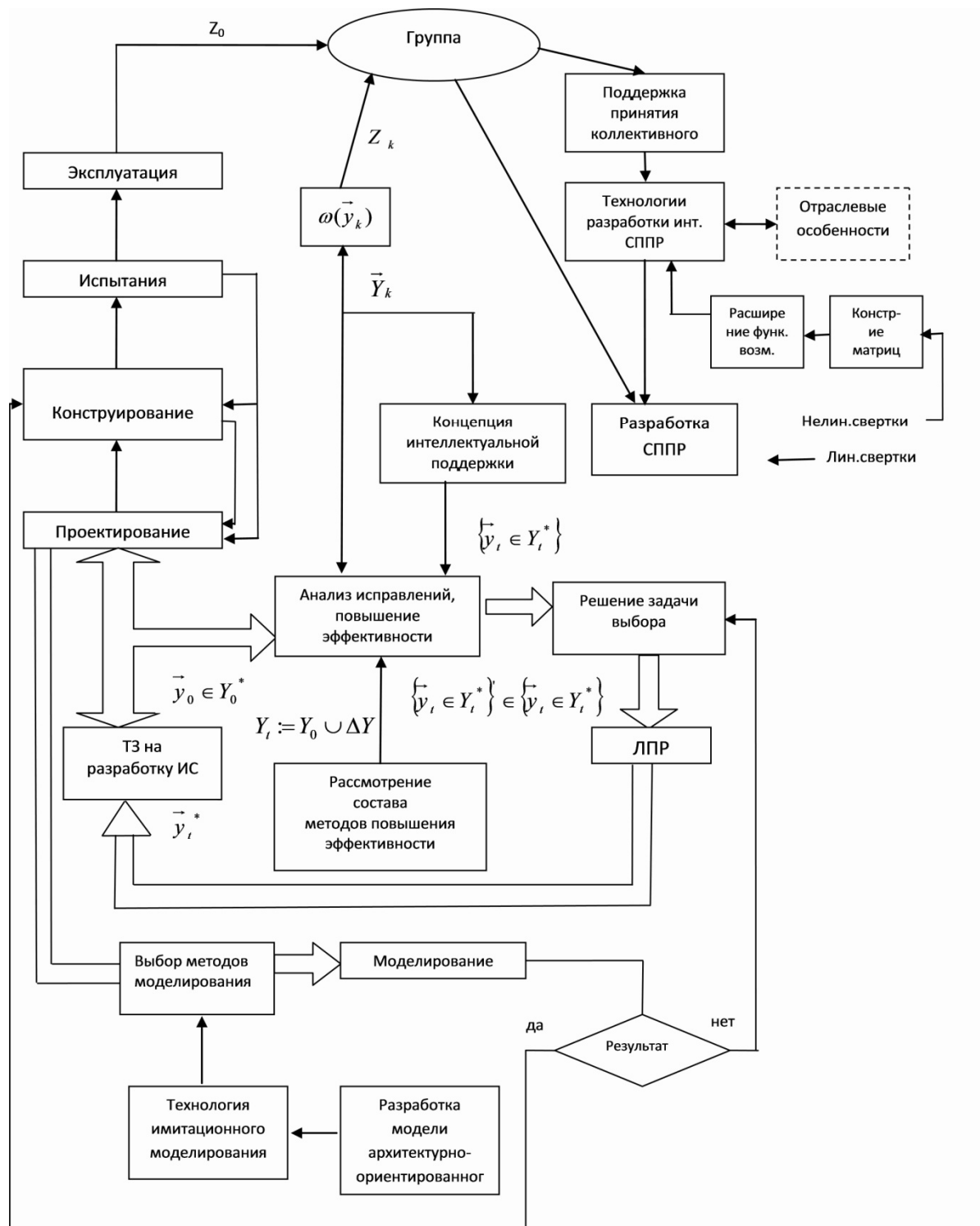


Рисунок 7. Концептуальная модель развития технологии повышения эффективности ИС

Группа экспертов, занимающаяся сопровождением изделия ИС, готовясь к новому циклу повышения эффективности ИС на основе информации эксплуатационного характера оценивает «полезность»

данного изделия в конкретной предметной области z_0 для сопоставления с «полезностью» иных конкурирующих изделий ИС z_k . Получаемый опыт экспертов может быть использован в задаче выбора перспективных направлений повышения эффективности ИС при условии установления отношения предпочтения между альтернативными вариантами. Однако современное состояние математической теории полезности [2, 9, 24, 33, 34] не в полной мере решает проблему выбора из-за сложности построения функции полезности $w(\dots)$.

Ввиду высокой трудоемкости описанного варианта технологии обоснования ТЗ возникает проблема переноса процедуры ранжирования объектов ИС на основе предпочтений по полезности, исходя из данных этапа эксплуатации, к предпочтениям по сопоставлению непосредственно наборов значений показателей эффективности. В этом случае вместо функций полезности в качестве инструмента поддержки принятия решений выступает целевая функция $f(\vec{y})$, вид которой чаще всего имеет форму линейных и нелинейных сверток и нуждается в упомянутой экспертной информации для своего уточнения при разработке СППР. Эта система, в случае обеспечения ее эффективности, способна решать задачу выбора из множества альтернативных вариантов совершенствования ИС $\{\vec{y}_t \in Y_t^*\}$. Здесь $Y_t := Y_0 \cup \Delta Y$ – расширение состава показателей эффективности на прогнозируемый период времени t , Y_t^* – расширение подпространства пространства состояний, \vec{y}_t – альтернативный вариант объекта ИС. Задача выбора решается до получения множества вариантов меньшей мощности $\{\vec{y}_t \in Y_t^*\} \subset \{\vec{y}_t \in Y_t^*\}$. Окончательный вариант облика изделия ИС \vec{y}^+ , выделенный ЛПР, становится ТЗ на проектирование ИС нового поколения.

По мере завершения фазы проектирования архитектурные, технические и программные решения подвергаются моделированию с целью уточнения фактических значений показателей эффективности. Положительный результат переводит объект проектирования в стадию реализации проекта, а отрицательный – на следующую итерацию решения задачи выбора.

Заключение

Сформулированные особенности использования принципов системного анализа к исследуемой проблеме в направлениях организации системных многомодельных исследований информационных систем, их многокритериального оценивания, обоснования выбора управленческих решений из агрегированного множества альтернатив, а также прогноза ситуаций могут стать отправными при разработке методологии и инструментальных средств повышения эффективности информационных систем.

Литература

1. А. Авиженис, Ж.-К. Лапри. Гарантоспособные вычисления: От идей до реализации в проектах. // ТИИЭР, т. 74, № 5, май 1986, с. 8-21.
2. Алексеев О.Г. Комплексное применение методов дискретной оптимизации. М.: Наука. Гл. ред. физ. мат. лит., 1987. – 248 с.
3. Белых А.А. Архитектурно-ориентированный способ оценки сбоеустойчивости специализированных вычислительных комплексов // Экономическое и финансово-кредитное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник научных трудов КубГАУ. – Выпуск 401 (429). Краснодар, 2003. – С. 323-333
4. Белых А.А. Структурно-аналитический метод контроля вычислительного процесса специализированных ЦВМ. // Методы совершенствования эксплуатации и повышения надежности элементов конструкций и систем. Материалы межвузовского научно-технического семинара. Пермь: ПВВКИКУ, 1994. Вып. XXXI. с.83-87.
5. Белых А.А., Харитонов В.А. Архитектурно-ориентированный подход к оценке сбоеустойчивости специализированных вычислительных комплексов. // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика, № 11, 2000. С. 51-55
6. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами. – М.: СИНТЕГ-ГЕО, 1997. – 188 с.
7. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. М.: СИНТЕГ, 1999. – 128 с.

8. Бусленко В.Н. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем. – М.: Наука, 1977.
9. Бусленко Н.П., Калашников В.В., Коваленко И.Н. Лекции по теории сложных систем. – М.: Советское радио, 1973.
10. Волик Б.Г., Рябинин И.А. Эффективность, надежность и живучесть управляющих систем. – А и Т, 1984, №12.
11. Волочий Б.Ю., Калашников И.Д., Мазепа Р.Б., Мандзий Б.А. Проектирование отказоустойчивых микропроцессорных информационно-измерительных систем. Львов: Вища шк. Изд-во при Львов. ун-те, 1987. 152 с.
12. Заде Л. Размытые множества и их применение в распознавании образов и кластер-анализе. – В кн.: Классификация и кластер. – М.: Мир, 1980.
13. И. Савария, Н.С. Румин, Дж. Ф. Хейес, В.К. Агарвал. Фильтрация случайных сбоев: Решение проблем обеспечения надежной работы будущих цифровых СБИС. // ТИИЭР, т. 74, № 5, май 1986, с. 58-75.
14. Касти Дж. Большие системы. – М.: Мир, 1982.
15. Квейд Э. Анализ сложных систем. – М.: Советское радио, 1965.
16. Кейслер Дж. Основы теории моделей. – В кн.: Справочная книга по математической логике. Ч.1. Теория моделей. – М.: Наука, 1982.
17. Клиланд Д., Кинг В. Системный анализ и целевое управление. – М.: Советское радио, 1974.
18. Колосов В.Г., Мелехин В.Ф. Проектирование узлов и систем автоматики и вычислительной техники: Учебное пособие для вузов. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение. 1983. 256 с.
19. Лазер И.М., Шубарев В.А. Устойчивость цифровых микрoeлектронных устройств. М.: Радио и связь, 1983. 216 с.
20. Липаев В. В. Надежность программного обеспечения АСУ. М.: Энергоиздат, 1981. 240с.
21. Мамиконов А.Г. Основы построения АСУ: - М.: Высшая школа, 1981.
22. Матов В.И., Белоусов Ю.А., Федосеев Е.П. Бортовые цифровые вычислительные машины и системы: Учеб. пособие для вузов; под ред. В.И. Матова. М.: Высш. шк., 1988. 216 с.: ил.
23. Месарович М., Такаха Я. Общая теория систем: математические основы.- М.: Мир, 1978.
24. Новиков Д.А. Обобщенные решения задач стимулирования в активных системах. М.: ИПУ РАН, 1998.
25. Новиков Д.А., Петраков С.Н. Курс теории активных систем.– М.: СИНТЕГ, 1999. – 108 с.
26. Резников В.А. Принятие решений в условиях неопределенности и адаптация. – Л.: Министерство обороны СССР, 1997.
27. Сагунов В.И., Ломакина Л.С. Контролепригодность структурно связанных систем. М.: Энергоиздат, 1990. 112 с.
28. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – М.: Высшая школа, 1985.
29. Управление вычислительными процессами. Под ред. М.Б. Игнатьева. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1993. 352 с.
30. Флейшман Б.С. Основы системологии. – М.: Радио и связь, 1982.
31. Хант Э. Искусственный интеллект. – М.: Мир, 1978.
32. Харитонов В.А., Белых А.А. Технологии современного менеджмента. Инновационно-образовательный проект / Под научной редакцией В.А. Харитонова: Монография. – Пермь: Изд-во Перм.гос.техн.ун-та, 2007. – 190 с.

33. Человеческий фактор в управлении / Под ред. Н.А. Абрамовой, К.С. Гинсберга, Д.А. Новикова. – М.: КомКнига, 2006. – 496 с.

34. Яблонский А.И. Методологические вопросы анализа сложных систем. – В кн.: Системные исследования: Методологические проблемы. Ежегодник, 1984. – М.: Наука, 1984.

35. Яглом И.М. Математические структуры и математическое моделирование. – М.: Советское радио, 1980.