

*На правах рукописи*



**СОЛОВЬЕВА Светлана Александровна**

**УПРАВЛЕНИЕ БЮДЖЕТИРОВАНИЕМ  
МУНИЦИПАЛЬНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ  
НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Специальности:

- 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством  
(экономика, организация и управление  
предприятиями, отраслями, комплексами -  
промышленность)
- 08.00.10 – Финансы, денежное обращение и кредит

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени**

**кандидата экономических наук**

Ижевск - 2010

Диссертационная работа выполнена в ГОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет» (ИжГТУ).

Научный руководитель: доктор экономических наук,  
профессор  
**Лялин Вадим Евгеньевич**

Официальные оппоненты: доктор экономических наук,  
профессор  
**Боткин Игорь Олегович**

кандидат экономических наук  
**Гребенкина Александра Анатольевна**

Ведущая организация: **ГОУ ВПО «Уральский государственный экономический университет»  
(г. Екатеринбург)**

Защита состоится 23 ноября 2010 г. в 17.00 часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.275.04 в ГОУ ВПО «Удмуртский государственный университет» по адресу: 426034, Удмуртская республика, г. Ижевск, ул. Университетская, д.1, корпус 4, ауд. 444.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Удмуртский государственный университет», с авторефератом - на официальном сайте ГОУ ВПО «УдГУ»: <http://v4.udsu.ru/scince/abstract>

Автореферат разослан 22 октября 2010 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат экономических наук,  
профессор



**А.С. Баскин**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Развитие муниципальных промышленных предприятий (МП) зависит от развития промышленности, а в экономическом отношении ничем не отличается от других отраслей материальной сферы. В современных условиях большинство муниципальных промышленных предприятий нуждается в модернизации и техническом перевооружении для обеспечения качественными производственными услугами населения муниципального образования (МО). При этом необходим анализ экономических отношений в муниципальной сфере процессов.

Экономический производственный мониторинг в муниципальном секторе позволяет своевременно реагировать на изменения, принимать обоснованные управленческие решения в результате непрерывного наблюдения за средой муниципального сектора, что в итоге ориентирует хозяйственную деятельность входящих в этот сектор предприятий промышленного назначения на стабильную работу.

Одним из приоритетных направлений развития муниципальных промышленных предприятий является обеспечение управляемости муниципальными промышленными производствами, что представляется актуальным как в научном, так и практическом отношении. Существующие методические разработки в сфере управления экономическими отношениями в муниципальной промышленной сфере носят открытый характер в том аспекте, что ряд формул, по которым определяется размер субвенций МО, содержит экспертно задаваемые коэффициенты, а значит, включает элементы субъективизма. Помимо этого, методические разработки «открыты снизу», т.е. они никак не определяют распределение фонда материального развития между муниципальными предприятиями в функции от результативности (эффективности) их деятельности. Очевидна необходимость методов оценки эффективности деятельности данных предприятий.

В то же время современный уровень развития системного анализа, математического инструментария и информационных технологий позволяют, в принципе, создать «надстройки» к указанным методическим рекомендациям, которые позволят повысить эффективность методик планирования бюджетов МП и МО. В добавлении к этому для обеспечения первого показателя качества планирования соответствующие методы должны иметь экономико-математическое обеспечение в виде динамических нелинейных многофакторных прогнозных моделей, чему и посвящена настоящая работа.

Актуальность системного решения проблемы повышения эффективности планирования бюджета муниципальных промышленных предприятий определила цель и задачи диссертационного исследования.

**Область исследования.** Диссертационная работа выполнена в соответствии с требованиями Паспорта специальностей ВАК 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» - Экономика, организация и управление предпри-

иями, отраслями, комплексами – промышленность: п. 1.1.15. Теоретические и методологические основы эффективности развития предприятий, отраслей и комплексов народного хозяйства, п. 1.1.19. Методологические и методические подходы к решению проблем в области экономики, организации управления отраслями и предприятиями топливно-энергетического комплекса; 08.00.10 «Финансы, денежное обращение и кредит»: п. 2.7. Концептуальные основы межбюджетных отношений и бюджетного регулирования, п. 3.13. Теория, методология, методика финансового планирования на уровне хозяйствующих субъектов.

**Состояние изученности проблемы.** Отдельные аспекты рассматриваемой проблемы повышения эффективности бюджетирования на предприятиях посвящены работы российских и зарубежных учёных, включая М.И. Бухалкова, Д.С. Молякова, Г.Б. Поляка, В.М. Родионову, М.В. Романовского, А. Апчёрча, Р. Брейли, К. Друри, Р.С. Каплана, С. Майерса, А. МакМина, Дж. Сигела, А. Файоля, Дж. Фостера, Д. Хана, Ч. Хорнгрена, Дж.К. Шима. Классическая система бюджетирования освещается в работах С.А. Агапцева, Р.Л. Акоффа, В.В. Бочарова, О.Н. Волковой, Е.Ю. Добровольского, А.П. Дугельного, А.Е. Карпова, А.М. Ковалёвой, О.Н. Лихачёвой, Ю.С. Масленченкова, Д. Хана, Дж. Хоупа, В.Е. Хруцкого, Дж.К. Шима, К.В. Щиборща.

Исследование проблем экономики, планирования и управления социальной сферой всегда привлекали внимание как отечественных, так и зарубежных ученых. Большой вклад в разработку данных проблем внесли: И.О. Боткин, О.И. Боткин, В.И. Евсеев, В.П. Корягин, А.Л. Кузнецов, А.М. Макаров, В.И. Некрасов, Б.И. Пашков, А.Н. Пыткин, В.М. Рутгайзер, А.И. Татаркин, Л.И. Якобсон и др.

Однако отсутствуют конкретные, научно-обоснованные методы повышения эффективности планирования бюджета муниципальных промышленных предприятий, учитывающие: многоуровневый принцип построения системы распределения финансовых средств; создание динамических нелинейных многофакторных прогнозных моделей доходов, позволяющих получать достаточно точные оценки в условиях сильного зашумления и дефицита наблюдений.

**Цель исследования** состоит в определении теоретико-методологических положений по повышению эффективности планирования бюджета муниципальных промышленных предприятий на основе нейросетевого моделирования, с учетом рассмотрения многоуровневой финансово-экономической системы бюджетов, что будет способствовать повышению качества управления бюджетами государственных и муниципальных промышленных предприятий.

Для реализации указанной цели были поставлены следующие **задачи**:

- определить концептуальный базис и алгоритм построения информационно-математической многофакторной нейросетевой модели (НСМ) для анализа результативности деятельности МП;
- описать математико-информационную многофакторную нелинейную прогнозную НСМ планирования наполнения бюджета МП, имеющую хорошие

прогностические свойства в сложных условиях моделирования;

- предложить экономическую концепцию рассмотрения многоуровневой системы бюджетирования с учётом различных принципов распределения субвенций на различных уровнях;

- провести вычислительные эксперименты по апробации предложенных решений с использованием реальных данных муниципальных промышленных предприятий.

**Объектом исследования** являются муниципальные промышленные предприятия.

**Предметом исследования** являются экономические отношения, возникающие в процессе планирования бюджета муниципальных промышленных предприятий на основе нейросетевого моделирования.

**Теоретической и методологической основой диссертационного исследования** послужили труды отечественных и зарубежных экономистов и специалистов в области бюджетирования, экономико-математического моделирования, работы, посвященные вопросам планирования бюджета муниципальных промышленных предприятий, применения экономико-математических моделей и методов при выработке управленческих решений. При выполнении исследований применялись методы системного, эконометрического анализа, а также методов экономико-математического моделирования экономических процессов.

**Методы исследования.** При решении поставленных задач использовались следующие методы: общей экономической теории, системного анализа, теории вероятностей и математической статистики, эконометрики, нейроматематики, линейного программирования; факторного экономического анализа.

**Информационную базу исследования** составили законодательные и нормативные акты федерального и регионального уровней, материалы территориальных органов Федеральной службы государственной статистики, сведения и отчетные материалы о деятельности ряда промышленных предприятий, материалы периодических изданий.

**Научная новизна.** Проведенное исследование позволило сформулировать научные положения для повышения эффективности планирования бюджета муниципальных промышленных предприятий на основе нейросетевого моделирования. Основные положения и результаты исследования, выносимые на защиту:

- уточнена методология выбора целевой функции бюджета муниципального промышленного предприятия для формализации разработки сводного бюджета предприятия (3.13);

- предложен алгоритм построения нейросетевой модели оценки эффективности работы муниципального промышленного предприятия (1.1.15);

- определен алгоритм построения многофакторной нелинейной нейросетевой модели прогноза дохода муниципального предприятия (1.1.15, 3.13);

- сформулирована экономическая концепция рассмотрения бюджетных отношений регионального уровня как трехуровневой системы «субъект РФ-МО-МП» (2.7);

- обосновано использование нейросетевой модели для прогнозирования

показателей эффективности муниципальных промышленных предприятий на примере теплоснабжающих предприятий (1.1.19).

**Практическая значимость.** Полученные в ходе диссертационного исследования результаты при их применении на практике позволяют планировать распределения бюджетных средств МО, которое максимально приближено к реальным условиям и реализует принципы прозрачного и справедливого распределения в рамках существующего законодательства РФ. В частности, методы учитывает как интересы МО (равномерное социально-экономическое развитие территорий в аспекте предоставления бюджетных услуг), так и интересы МП (получение фонда материального развития (ФМР) пропорционально эффективности их деятельности).

Разработанные на основе прогнозной многофакторной НСМ инструментальные средства среднесрочного планирования дохода бюджета МП служит реальным наполнением и дополнением к методическим рекомендациям субъектам РФ и МО по регулированию межбюджетных отношений. Обосновано использование нейросетевой модели для прогнозирования показателей эффективности муниципальных промышленных предприятий.

**Апробация результатов диссертационного исследования.** Основные результаты работы докладывались и получили одобрение на: научной студенческой конференции экономического факультета ГОУ ВПО «УдГУ» «Экономические аспекты развития теории и практики» (Ижевск, 2005-2007); международной конференции «Актуальные вопросы экономической науки: проблемы устойчивого экономического развития» (Киров, 2009); 36-й международной конференции «Информационные технологии в науке, социологии, экономике и бизнесе» (Украина, Крым, Ялта-Гурзуф, 2009); III международной научно-практической конференции факультета экономики и управления Магнитогорского государственного университета «Современная экономическая модель. Проблемы и перспективы» (Магнитогорск, 2009); международной научно-технической конференции «Многопроцессорные вычислительные и управляющие системы» (пос. Дивноморское, Краснодарский край, 2009); IX международной научно-технической конференции «Интеллектуальные системы '09» в рамках конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «AIS-IT'09» (Геленджик-Дивноморское, 2009); международной научно-практической конференции «Мировая экономика и социум: от кризиса до кризиса» (Саратов, 2009); 37-й международной конференции «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе» (Украина, Крым, Ялта-Гурзуф, 2010).

**Публикации.** Результаты научных исследований нашли отражение в 18 научных публикациях, общим объемом 7,4 п.л., личный вклад автора в которых составил 5,1 п.л., в том числе 2 статьи в журнале, рекомендуемом ВАК для опубликования результатов исследования.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованной литературы. Основное содержание рабо-

ты изложено на 167 страницах. В работе содержатся 9 таблиц и 15 рисунков. Список использованной литературы включает 185 источников.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во **введении** обоснована актуальность темы работы, сформулирована цель и задачи исследования, новизна полученных результатов и их достоверность, даны сведения о практической значимости работы и её апробации.

В **первой главе** – «Теоретические основы распределения субвенций субъектов РФ и планирования бюджета муниципальных предприятий» проведен анализ проблем распределения субвенций субъектов РФ и планирования бюджета муниципальных структур, который включал анализ межбюджетных отношений, анализ существующих методик распределения субвенций субъектов РФ, а также анализ проблемы эффективного планирования бюджета муниципальных промышленных предприятий.

Во **второй главе** – «Разработка механизмов повышения эффективности бюджетирования муниципальных структур» описан комбинированный системный синергетический информационный подход к исследованию проблемы бюджетирования муниципальных структур. Предложен алгоритм оценки эффективности работы муниципальных промышленных предприятий. Описан алгоритм построения прогноза наполнения бюджета муниципального промышленного предприятия.

В **третьей главе** – «Методы управления бюджетированием муниципальных промышленных предприятий» приведена база данных для построения модели оценки эффективности работы муниципальных предприятий на основе нейросетевых моделей. Описаны инструментальные средства прогнозирования показателей эффективности муниципальных промышленных предприятий.

В **заключении** сформулированы основные результаты исследований и даны рекомендации по их использованию на практике.

## **ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ**

**1. Уточнена методология выбора целевой функции бюджета муниципального промышленного предприятия для формализации разработки сводного бюджета предприятия.**

Объектом бюджетирования является муниципальное промышленное предприятие, представляющее собой сложную экономическую систему. Соответственно, и процесс бюджетирования, как моделирования (при составлении сводного бюджета) и отражения (при проведении план-факт анализа исполнения сводного бюджета) хозяйственной деятельности предприятия, должен основываться на применении системного подхода.

Основными характеристиками предприятия как экономической системы являются:

1) Большое количество параметров хозяйственной деятельности, объединенных функциональными связями. Параметрами параметров хозяйственной деятельности предприятия как системы являются факторы, формирующие сводный бюджет предприятия (то есть бюджетные показатели), такие как физический объем продаж и уровень цен в разрезе видов продукции, величина и структура товарных остатков, производственная программа (величина и структура выпуска), себестоимость выпуска по видам продукции, уровень постоянных затрат, величина и структура краткосрочных обязательств и пр.

2) Наличие функциональных взаимосвязей между параметрами системы определяют особенности изменения системы под воздействием экзогенных факторов. Для процесса бюджетирования такими воздействиями являются, во-первых, конъюнктурные тенденции рынка и изменения хозяйственного законодательства (неконтролируемые внешние воздействия) и управленческие меры, планируемые к осуществлению в текущем периоде (контролируемые внешние воздействия).

Совокупность внешних воздействий (прогнозируемых изменений рыночной конъюнктуры и планируемых управленческих мер) лежит в основе разработки сводного бюджета компании на текущий период.

3) Предприятие является не просто системой, но управляемой системой (то есть объектом управления). Субъективный элемент управления предприятием, по большому счету, сводится к: выбору контролируемых внешних воздействий и их количественной меры (то есть разработки управленческих мер, включаемых в бюджет текущего периода); выбору вторичных управленческих мер из имеющихся альтернатив изменения состояния предприятия в результате внешнего воздействия.

4) Существует необходимость критериев принятия управленческих решений на текущий бюджетный период, так как в управлении компанией существенную роль играет субъективный элемент, то есть факторы, контролируемые самим предприятием. Действительно, формирование перечня управленческих решений, включаемых в бюджет текущего периода плюс прогноз неконтролируемых конъюнктурных факторов за бюджетный период приводят к некоему изменению параметров бизнеса компании. Следовательно, необходим критерий «выходных» результатов (output), согласно которому будут приниматься «входящие» управленческие решения. Величина «выходного» результата и будет мерилем эффективности управления предприятием и, в частности, эффективности процесса бюджетирования. Вполне закономерно, что таким «выходным» результатом деятельности (или целевой функцией) предприятия должны являться показатели конечных финансовых результатов: относительный (чистая прибыль/собственные средства); абсолютный (величина чистой прибыли за бюджетный период).

5) Отдельное управленческое решение имеет свой эффект, набор решений может обладать синергетическим эффектом. Совокупный эффект включает в



себя непосредственное изменение параметра хозяйственной деятельности в результате «точечного» внешнего воздействия (контролируемого или неконтролируемого) плюс изменение «сопряженных» параметров хозяйственной деятельности в соответствии с функциональными (межфакторными) связями экономической системы предприятия.

а) количественная спецификация влияния вероятных неконтролируемых внешних воздействий (конъюнктурных факторов) на изменение состояния предприятия за текущий бюджетный период.

б) определение оптимальных значений основных взаимосвязанных бюджетных параметров на бюджетный период по критерию максимизации конечных финансовых результатов с учетом ограничений, накладываемых нормативными значениями показателей финансового состояния.

в) разработка на основе пункта «б» перечня управленческих мер (контролируемых внешних воздействий) для достижения установленных оптимальных значений бюджетных параметров.

Однако целью управления бизнесом компании является не просто извлечение любой ценой максимальной прибыли за бюджетный период. Собственники (акционеры) и руководство компании заинтересованы в долгосрочном прибыльном функционировании своего предприятия. Главное условие жизнеспособности предприятия – это поддержание на любой момент времени приемлемого уровня финансовой устойчивости, выражающейся в таких характеристиках, как платежеспособность (ликвидность); величина «свободных» оборотных средств, не связанных необходимостью обеспечения текущих обязательств (так называемый чистый оборотный капитал); доля собственных средств в источниках финансирования (пассивах) и др. Поддержание приемлемого уровня финансовой устойчивости (или финансовой стабильности) является второй составляющей целевой функции.

Таким образом, целевая функция компании может быть формализована в виде:

$$\begin{cases} K\Phi P = F (K_1, K_2, K_3 \dots H_1, H_2, H_3) \rightarrow \max \\ \Phi C (L, ЧОК, СС \dots) \geq \Phi C (L_n, ЧОК_n, СС_n \dots), \end{cases}$$

где  $K\Phi P$  – конечные финансовые результаты;  $K_1, K_2, K_3 \dots$  – контролируемые внешние воздействия;  $H_1, H_2, H_3 \dots$  – неконтролируемые внешние воздействия (прогнозируемые тенденции внешней конъюнктуры);  $\Phi C$  – уровень финансовой устойчивости (финансовой стабильности);  $L, ЧОК, СС \dots$  – факторы финансовой устойчивости, такие как: ликвидность ( $L$ ), финансовая маневренность и величина чистого оборотного капитала ( $ЧОК$ ), общая платежеспособность и доля собственных средств в источниках финансирования ( $СС$ ) и др.;  $L_n, ЧОК_n, СС_n$  – нормативные значения показателей финансовой устойчивости.

Однако для муниципальных промышленных предприятий использование в качестве  $K\Phi P$  показателей, связанных с экономической эффективностью пред-

приятия зачастую некорректно, так как данный факт не позволит учитывать социальный эффект. Таким образом, в качестве целевой функции необходим интегральный показатель, учитывающий как социальный эффект деятельности муниципального промышленного предприятия, так и финансовые результаты.

## **2. Предложен алгоритм построения нейросетевой модели оценки эффективности работы муниципального промышленного предприятия.**

В диссертации показано, что на современном уровне развития науки целесообразен комбинированный системный синергетический информационный подход к исследованию проблемы бюджетирования муниципальных предприятий. Такой подход позволяет анализировать изучаемый процесс всесторонне и с учётом реальных условий. На основе этого комбинированного подхода предложена экономическая концепция повышения эффективности бюджетирования на уровне муниципальных предприятий.

Автором сформулирован концептуальный базис построения информационно-математической многофакторной НСМ для анализа эффективности деятельности муниципальных предприятий, разработанный на основе использования общесистемных законов кибернетики. Данный концептуальный базис позволяет обеспечить требуемое качество НСМ в сложных условиях моделирования – сильного зашумления данных и дефицита наблюдений. Он включает в себя ряд оригинальных концепций, объединённых общей идеей управления качеством модели путём формирования «русел» в подобласти в пространстве независимых и зависимых переменных, где возможно построение НСМ хорошего качества с малым числом независимых переменных:

- концепция I извлечения новых знаний в НСМ финансово-экономических показателей множества бюджетополучателей, например, о зависимости обобщённого показателя эффективности работы предприятия от ряда затратных количественных и качественных факторов;

- концепция II управления качеством НСМ путём образования «русел» в пространстве входных факторов и выходных величин;

- концепция III спецификаций переменных в НСМ оценки эффективности работы муниципальных предприятий на основе выбора аналога «производственной функции» муниципальных предприятий как носителя информации о полезности предприятия для социальной сферы;

- метод обобщённого перекрёстного подтверждения (ОПП) адекватности НСМ.

В работе описан рабочий алгоритм многофакторной нелинейной динамической НСМ. Алгоритм предназначен для использования в качестве инструментария поддержки принятия решения, в составе новой методики бюджетирования муниципального предприятия, которая предусматривает дифференциацию при определении ФМР муниципального предприятия в зависимости от качества обслуживания ими населения за отчётный период. С помощью предлагаемого алгоритма строится многомерная динамическая обобщённая производственная функция для кластера достаточно одно-

родных бюджетополучателей. В качестве моделируемого показателя служит обобщённый показатель эффективности  $\Phi$ , а в качестве «производственных факторов», т.е. объясняющих переменных, выступают различные затратные, ресурсные, динамические (лаговые) переменные, а также переменные, характеризующие внешнюю среду. В алгоритме состав переменных (спецификация модели) задаётся пользователем.

Алгоритм построен по модульному принципу и включает в себя четыре модуля. В модуле I осуществляется внесение в алгоритм априорной информации, аккумулирующей профессиональный опыт экспертов в данной предметной области. Модуль II служит для предпроцессорной обработки данных. Модуль III реализует задание структуры НСМ, её идентификацию и тестирование. Модуль IV анализирует адекватность НСМ по ОПП и выдает осреднённые по независимым НСМ расчётные значения.

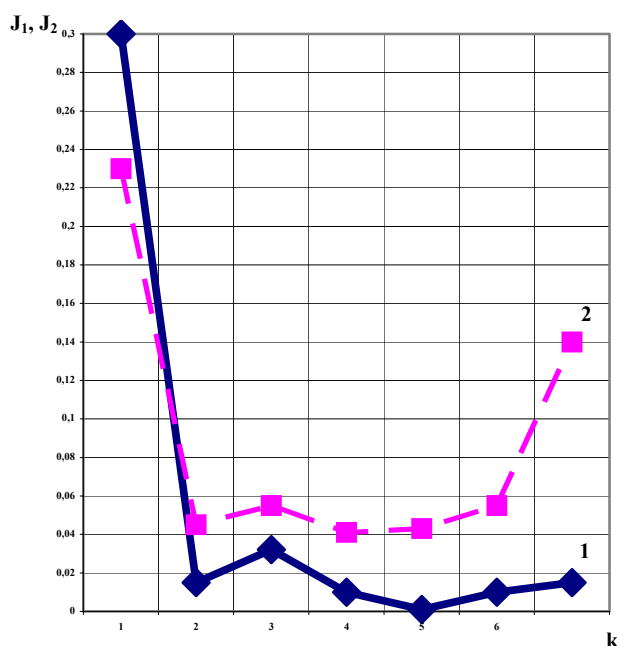


Рис. 1. Результаты оптимальной очистки БД

1 – минимизация по критерию  $J_1$ ;

2 – по критерию  $J_2$

ными экспертно векторами за некоторый ретроспективный промежуток времени, например, 2 года для группы бюджетных структур. Выборка форматируется в виде таблицы: данные упорядочиваются в виде кортежей (строк или «объектов»), где числовым значениям  $\vec{X}$  взаимно однозначно соответствуют числовые значения вектора зависимых переменных  $\vec{Y}$ . По выборке строится вспомогательная нейросетевая субмодель. Результатами расчёта НСМ-субмодели на тестовом множестве являются показатели качества НСМ. Экспертам предъявляются результаты расчёта  $Y$  по НСМ-субмодели в виде однопараметрических семейств кривых:

$$Y_l = F(x_j, x_k); x_j = \text{var}, x_k = \text{const} = \bar{x}_k; k \neq j; k = 1, 2, \dots, n; l = \overline{1, p}, \quad (1)$$

где  $\bar{x}_k$  – среднее значение входного  $k$ -го фактора выборки.

В одном из блоков алгоритма реализована итерационная процедура спецификации переменных на основе экспертных оценок с дообучением экспертов. Перед выборкой данных из базы данных (БД) должна быть выполнена спецификация переменных, т.е. выбор состава входных факторов  $X_1, \dots, X_j, \dots, X_n$  и моделируемых выходных величин  $Y_1, \dots, Y_i, \dots, Y_p$ . Группа экспертов (либо один эксперт – специалист в области моделируемых процессах) назначает начальное приближение состава переменных. Делается статистическая выборка из БД в соответствии с выбранными экспертно векторами за некоторый ретроспективный промежуток времени, например, 2 года для группы бюджетных структур. Выборка форматируется в виде таблицы: данные упорядочиваются в виде кортежей (строк или «объектов»), где числовым значениям  $\vec{X}$  взаимно однозначно соответствуют числовые значения вектора зависимых переменных  $\vec{Y}$ . По выборке строится вспомогательная нейросетевая субмодель. Результатами расчёта НСМ-субмодели на тестовом множестве являются показатели качества НСМ. Экспертам предъявляются результаты расчёта  $Y$  по НСМ-субмодели в виде однопараметрических семейств кривых:

Эксперты оценивают соответствие однопараметрических кривых (1) сложившимся представлениям в предметной области бюджетирования. Обозрение предварительных результатов моделирования в НСМ-субмодели изменяет видение экспертами моделируемого процесса. Эксперты уточняют состав вектора входных факторов и выходных величин. Процесс дообучения экспертов заканчивается по двум правилам: либо эксперты считают процедуру спецификации полностью завершённой; либо корректировка спецификации переменных на очередном шаге итерации уже не даёт существенного улучшения показателей качества НСМ.

В одном из блоков алгоритма реализована процедура очистки кластера по оптимальному алгоритму

$$\left\{ \begin{array}{l} i^{*(k+1)} : \left[ \max_{i \in N^{(k)}} \left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right| \cdot 100\% \right] > \varepsilon_1, \quad i \in \Omega_{learn} \cup \Omega_{test} \\ J(N^{(k)}, E^{(k)}) \rightarrow \min_k J; \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad N^{(k)} \geq \xi \cdot n; \\ J = C_1 E + C_2 (NMSE); \quad E : i \in \Omega_{test}; \quad NMSE : i \in \Omega_{learn}, \end{array} \right. \quad (2)$$

где  $i^{*(k+1)}$  – номер точки, которая на следующей  $(k+1)$  итерации отбраковывается, т.е. выводится из БД как аномальная;  $N^{(k)}$  – количество точек в базе данных на данной  $k$ -й итерации в обучающем множестве;  $\varepsilon_1$  – уровень относительной ошибки, по которому производится отбор аномальных точек;  $J$  – векторный критерий минимизации, зависящий от количества точек в БД на данной итерации  $N^{(k)}$  ошибки обобщения  $E^{(k)}$ ;  $\xi$  – экспериментально подбираемое ( $\xi = 5 \dots 10$ );  $n$  – число входных факторов;  $C_1, C_2$  – весовые множители, задаваемые экспертно (принято  $C_1 = C_2 = 0,5$ );  $NMSE$  – нормированная среднеквадратичная ошибка.

На рис. 1 показана зависимость векторного аддитивного критерия минимизации  $J_1$  от номера итерации  $k$  и, соответственно, числа оставшихся в работе точек  $N^{(k)}$ . На том же рисунке показаны результаты этой процедуры по другому, мультипликативному критерию минимизации  $J_2 = E \cdot NMSE$ , который не содержит экспертно задаваемых весовых коэффициентов.

Предложенная процедура оптимальной итерационной очистки кластера от аномальных точек по (2), оказалась весьма эффективным инструментом формирования «русла». Ценой небольшого уменьшения объёма БД (со 180 точек до 165 точек, т.е. на 8,3%) уже на третьей итерации удалось резко улучшить качество НСМ.

### 3. Определен алгоритм построения многофакторной нелинейной нейросетевой модели прогноза дохода муниципального предприятия.

Концептуальный базис модели (рис. 2) разработан на основе комбинированного системного синергетического информационного подхода и использования общесистемных законов кибернетики.

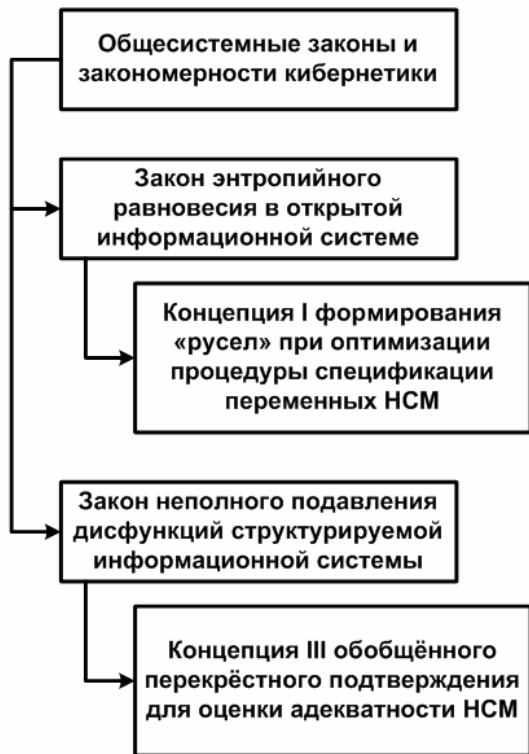


Рис. 2. Концептуальный базис алгоритма HCM

Суть концепции I состоит во введении в процедуру спецификации переменных операцию оптимального отбора лаговых переменных, связанную со спектральным анализом моделируемого временного ряда и показателей качества обучения вспомогательных HCM (субмоделей).

Назначение концепции II – дальнейшее структурирование «русел», которое состоит в изъятии неинформативных (аномальных) точек в базе данных в условиях дефицита обучающих примеров. Под критерием информативности (правилом исключения аномальных точек) будем понимать уровень вклада этих точек в ошибку обобщения  $E$  сети.

Алгоритм построен по модульному принципу и также включает в себя четыре модуля. Согласно методике на момент прогноза при планировании объёма бюджетного финансирования производится

сравнение ожидаемых удельных (на одного человека) расходов  $\hat{Y}_{np}$  для данной бюджетной структуры, вычисленных по HCM в зависимости от ожидаемого значения входных факторов, и прогнозного значения доходной части муниципального бюджета  $\Phi_{o.np.}$ . Следовательно, для оценки значения  $\Phi_{o.np.}$  нужна специальная математическая модель. Предлагаемый алгоритм реализует эту прогнозную модель в нейросетевом базисе. HCM построена методом погружения в пространство лаговых переменных.

Проблема выбора лаговых переменных нетривиальна и требует проведения предварительного спектрального анализа. Для этой цели в программной среде Matlab можно использовать надстройку «Анализ сигналов». Прежде всего, целесообразно ввести лаговую переменную  $X_2 = Y_{t-\tau_2}$  с лагом, равным упреждению при прогнозе:  $\tau_2 = \Delta t_{np}$ . Затем в программной среде Matlab или Excel вычисляется выборочный коэффициент автокорреляции  $R(\tau)$  и получается коррелограмма:

$$R(\tau) = \frac{\sum_{t=1}^{N-\tau} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-\tau} - \bar{Y}) / (N - \tau - 1)}{\sum_{t=1}^N (Y_t - \bar{Y})^2 / (N - 1)}, \quad \tau = \tau_2, \tau_3, \dots, \tau_j, \dots, \tau_p, \quad \tau_j = j \Delta t_{np},$$

где  $Y_t$  – текущее значение моделируемого показателя в момент времени  $t$ ;  $\bar{Y}$  – среднее значение случайной величины  $Y$  по всем наблюдениям  $N$ .

В коррелограмме выделяются значимые лаговые сдвиги  $\tau_2, \tau_3, \dots, \tau_p$ , которые и определяют размерность  $n$  пространства лаговых входных переменных. При этом первая входная переменная  $x_1 \equiv t$  не содержит лагового сдвига ( $\tau = 0$ ).

После проведения спектрального анализа и выявления совокупности лаговых сдвигов  $\{\tau_j\}_{j=1}^{j=p}$  необходимо решить, какие из совокупности лаговых переменных  $x_2, x_3, \dots, x_n$  оставить в работе, а какие исключить.

Результатом расчёта по нейросетевой субмодели на тестовом множестве являются показатели качества НСМ. Формируется обобщённый (векторный) функционал цели:

$$p^* : Q = [C_1 \cdot NMSE_1 + C_2 \cdot NMSE_2] \rightarrow \min_n Q(p); p = 1, 2, \dots, n_1; C_1 + C_2 = 1; C_{1,2} > 0; \quad (3)$$

$$N \geq \xi \cdot n, \quad (4)$$

где  $C_{1,2}$  – экспертно задаваемые веса, например  $C_{1,2} = 0,5$ ;  $p$  – число лаговых переменных;  $\xi$  – коэффициент, подбираемый путём вычислительных экспериментов, например,  $\xi = 5 \dots 10$ .

Строится однопараметрическая кривая  $Q(n)$  в среде Excel и графически находится глобальный минимум.

Описанный инструментарий оптимальной спецификации переменных – это довольно сильное средство структурирования НСМ. И всё же требуются дополнительные меры повышения однородности данных в кластере и, соответственно, в дополнительном структурировании данных. На данном этапе формирования «русел» вводится в рассмотрение, помимо критерия точности критерий устойчивости.

По результатам построения НСМ определим ошибку обобщения как

$$E = \frac{\|y - \hat{y}\|}{\|y\|}, \quad i \in \Omega^{test},$$

где  $y = (y_1, \dots, y_{N^{test}})^T$  – вектор-столбец экспериментальных значений выходной величины  $Y$ ;  $\hat{y} = (\hat{y}_1, \dots, \hat{y}_{N^{test}})^T$  – вектор-столбец расчётных значений выходной величины  $Y$ ;  $\|\cdot\|$  – евклидова норма вектора столбца.

В качестве критерия устойчивости НСМ введём показатель

$$S = \frac{|\hat{y}_\alpha - \hat{y}_\beta|}{\|\vec{x}_\alpha - \vec{x}_\beta\|_{\mathfrak{R}^n}}, \quad (5)$$

где векторы независимых переменных  $\vec{x}_\alpha, \vec{x}_\beta$  близки по норме в  $n$ -мерном пространстве входных переменных  $\mathfrak{R}^n$ , т.е.  $\|\vec{x}_\alpha\| - \|\vec{x}_\beta\| \leq \varepsilon_1, \varepsilon_1 > 0$ ;  $\hat{y}_\alpha = F(\vec{x}_\alpha, W)$ ,  $\hat{y}_\beta = F(\vec{x}_\beta, W)$  – расчётные значения выходной величины для вектор-строк наблюдений  $\alpha, \beta$  в БД;  $\varepsilon_1$  – малое число.

Формула (5) – показатель сжатия-растяжения нейросетевого отображения. Чем меньше  $S$ , тем больше НСМ-отображение будет сжимающим и, соответственно, тем оно более устойчиво.

Обобщённый векторный критерий  $J$ , учитывающий критерии точности и устойчивости введём как взвешенную сумму частных критериев:

$$J = c_1 E + c_2 S; S^* : J^{(s)} \rightarrow \min_s J(s); c_1 + c_2 = 1; s = 0, 1, 2, \dots \quad (6)$$

Будем считать оба критерия, точности и устойчивости, равноправными, т.е.  $c_{1,2} = 0,5$ .

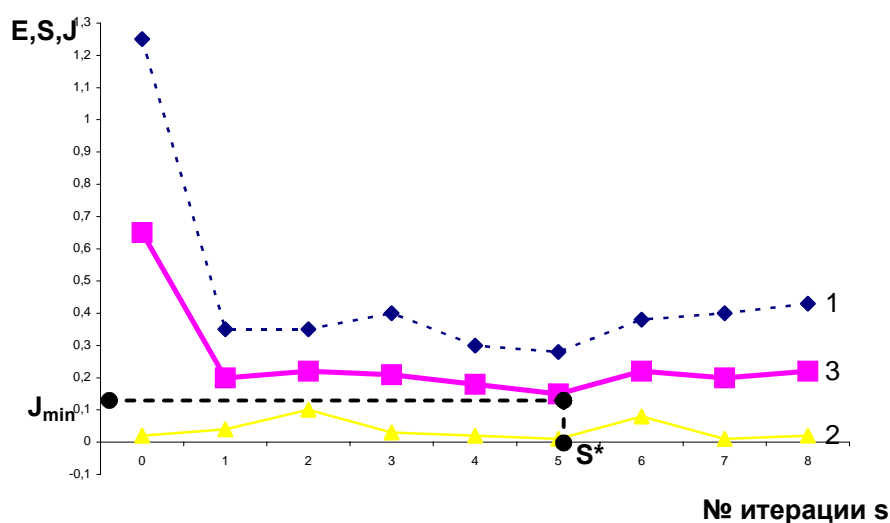


Рис. 3. Зависимость точности  $E$ , устойчивости  $S$  и финишного критерия  $J$  от номера итерации

значение отклонения между расчётной и выходной величиной:

$$\delta_i = \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \cdot 100\% > \varepsilon_3, \quad (7)$$

где  $\varepsilon_3$  – экспертно задаваемый верхний предел приемлемого уровня погрешности. Например,  $\varepsilon_3 = 100\%$ .

Устранив в кластере аномальные наблюдения, на следующей итерации построим новую НСМ, для которой найдём  $E^{(1)}$ ,  $S^{(1)}$ ,  $J^{(1)}$ . Минимизация критерия (6) выполняется графически. Строится график функции  $J^{(s)}$ . Шаг итерации округляется до ближайшего целого. Полученный на шаге  $s^*$  сглаженный кластер считается окончательно сформированным базой данных, НСМ, построенную на данной итерации, следует использовать в дальнейшем в качестве рабочей модели.

На рис. 3 отражены значения ошибки обобщения  $E$  – кривая 1, устойчивости  $S$  – кривая 2 и финишного критерия  $J$  – кривая 3 на каждой  $s$ -й итерации.

В табл. 1 приведены значения числа примеров в кластере  $N$ , оптимального числа нейронов в слоях  $n_1$  и  $n_2$ , числа аномальных наблюдений  $A$ , определяемого согласно выполнению (7) и среднего значения отклонения  $\delta = \delta_1 / N$  на данной  $k$ -й

Рассчитаем  $E^{(0)}$ ,  $S^{(0)}$ ,  $\Phi^{(0)}$  для НСМ, построенной на данных первоначального кластера. Для всего кластера найдём расчётное значение выходной величины  $\hat{y}_i$ ,  $i = \overline{1, N}$ . Определим аномальные наблюдения. Будем считать наблюдение аномальным, если относительное зна-

итерации. Отметим, что на итерациях 5, 6 и 8 отсутствуют наблюдения, у которых  $\delta_i > 100\%$ . Аномальными наблюдениями будем в этих случаях считать те, у которых отклонения  $\delta_i > 70\%$ . Число таких наблюдений проставлено в скобках.

Таблица 1.

Сводная характеристика каждой итерации

$s$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$N$	87	70	62	61	52	51	48	46	44
$n_1$	10	9	6	5	6	6	10	6	10
$n_2$	6	10	8	9	3	10	10	10	4
$A$	17	7	1	9	1	0(3)	0(2)	2	0(4)
$\delta$	249%	69%	32%	50%	29%	21%	22%	32%	29%

Анализ показывает, что ошибка обобщения уменьшилась более чем в 3,5 раза на первой итерации и достигла своего минимального значения 21% на пятой итерации. Последующий её рост может быть объяснён снижением объёма выборки. Увеличение критерия устойчивости  $S$  более чем в 3 раза на первой и в 2 раза на второй итерациях, т.е. уменьшение свойств сжатия НСМ-отображения может быть объяснено тем, что при сильных искажениях данных НСМ-отображение хорошо аппроксимирует зашумления, а не истинную зависимость, и эта аппроксимация зашумлений неустойчива. При очистке кластера, по мере удаления аномальных точек, НСМ начинает аппроксимировать истинную зависимость и свойства сжатия (устойчивость) увеличиваются. На пятой итерации  $S^{(s)}$  также достигает своего минимума. Таким образом, получен оптимальный кластер для рабочей НСМ. Последующее выбрасывание аномальных точек приводит только к ухудшению точности и устойчивости НСМ. Это можно объяснить тем, что число примеров  $N$  становится меньше, тем самым нарушается (4).

#### 4. Сформулирована экономическая концепция рассмотрения бюджетных отношений регионального уровня как трехуровневой системы «субъект РФ-МО-МП».

В работе заложены теоретические основы предлагаемой автором прикладной компьютерной методики планирования межбюджетных отношений в системе. Здесь на основе комбинированного системного синергетического информационного подхода (рис. 4), где на разных уровнях реализуются различные принципы распределения, образуя, в целом, справедливую и прозрачную систему распределения. Для каждого уровня разработана соответствующая математическая модель и взаимосвязи этих моделей. Модель верхнего уровня I описывает распределение субвенций между МО.

Размер конкретной субвенции местному бюджету (далее – субвенции) в общем случае рассчитывается по следующей формуле:

$$S_i = P \cdot \Pi_i \cdot КР\Pi_i, \quad (8)$$

где  $S_i$  – объем субвенции для  $i$ -го МО;  $P$  – расчетный норматив расходов на ис-



полнение делегированного государственного полномочия в расчете на одного потребителя бюджетных услуг в среднем по субъекту РФ, устанавливаемый органами исполнительной власти субъектов РФ (либо соответствующим федеральным законом);  $P_i$  – количество потребителей соответствующих бюджетных услуг (численность соответствующей категории населения, объектов социальной сферы и т.д.) в  $i$ -м МО;  $KPI_i$  – поправочный коэффициент расходных потребностей  $i$ -го МО, отражающий объективные различия в стоимости предоставления данным МО соответствующих бюджетных услуг в расчете на одного потребителя.

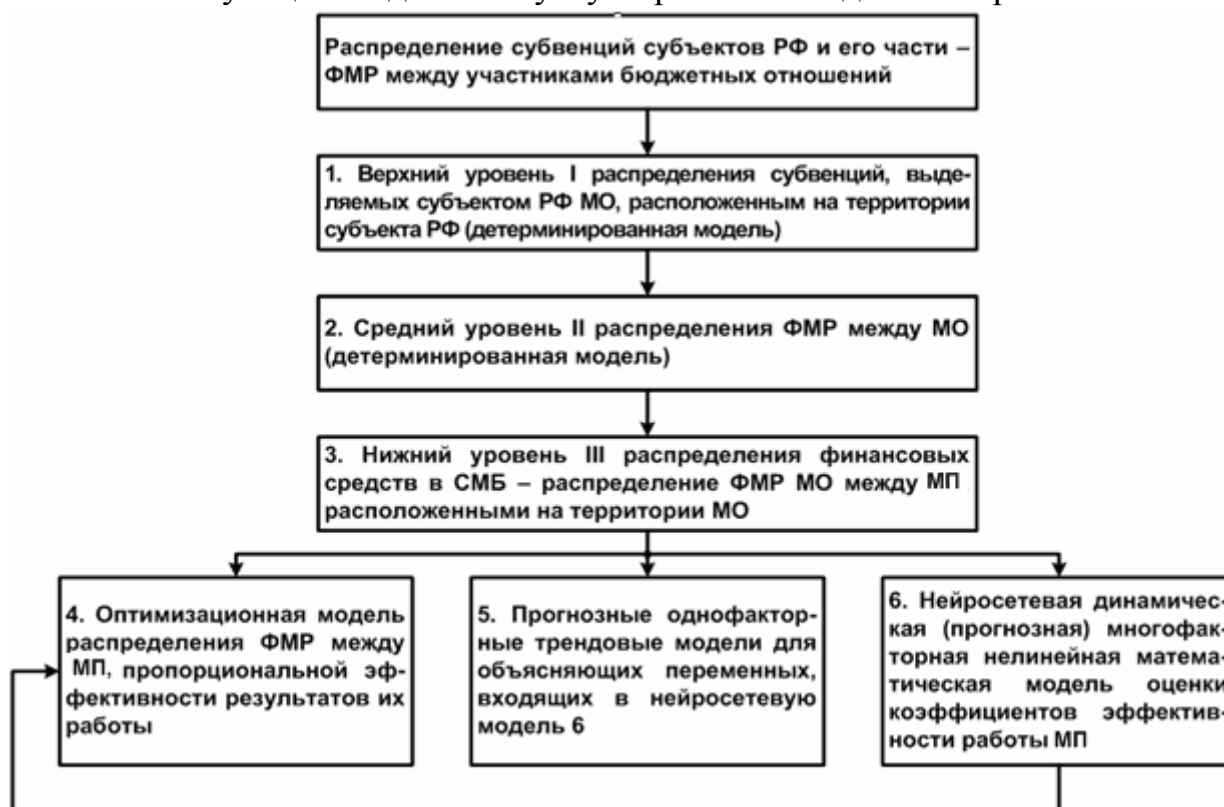


Рис. 4. Структурно-функциональная схема трехуровневой системы распределения финансовых средств МО

Указанный коэффициент в общем виде определяется путем соотношения значения показателя, который отражает наиболее существенные факторы, влияющие на стоимость предоставления определенной бюджетной услуги в конкретном МО.

Формула для расчета такого поправочного коэффициента может быть представлена в следующем виде:

$$KPI_i = K_i / K_r, \quad (9)$$

где  $KPI_i$  – поправочный коэффициент для  $i$ -го МО;  $K_i$  – стоимость одинакового объема товаров и услуг, сопоставимого по структуре с передаваемыми полномочиями, в  $i$ -м МО;  $K_r$  – стоимость одинакового объема товаров и услуг, сопоставимого по структуре с передаваемыми полномочиями, в среднем по субъекту РФ (по всем МО). Формула (2) в случае сложного характера расходов легко обобщается введением аддитивной свёртки из нескольких коэффициентов с соответствующими экспертно назначаемыми весовыми коэффициентами.

На среднем уровне II модель распределения ФМР между МП, также как и (1), имеет детерминированный вид: ФМР  $S_{ip}$  выделяемый  $i$ -му МО равен

$$S_{ip} = S_p (P_i / P), \quad (10)$$

где  $S_p$  – общий объём средств из ФМР субъекта РФ;  $P_i$  – расчётный объём потребности  $i$ -го МО в инвестиционной финансовой помощи;  $P$  – расчётный объём потребности всех МО данного субъекта РФ в инвестиционной финансовой помощи для обеспечения потребности населения в бюджетных услугах определённого вида.

Величина  $P_i$  может быть найдена по формуле:

$$P_i = [(O_{II} \cdot k_{ci} - O_i) \cdot C \cdot k_{P_{IIi}} \cdot H_i] / Y_i, \quad (11)$$

где  $O_{II}$  – средний по субъекту РФ показатель уровня потребности в определённых объектах социальной и инженерной инфраструктуры в МО в расчёте на одну тысячу человек или потребителя соответствующих услуг (например, число лечебных учреждений на одну тысячу человек, число школ на одну тысячу учеников, нормативы потребления тепло и водоснабжения и т.д.);  $O_i$  – фактический показатель уровня обеспеченности в определённых объектах социальной и инженерной инфраструктуры в  $i$ -м МО;  $k_{ci}$  – поправочный коэффициент структуры населения, учитывающий объективные различия МО в потребности определённого количества социальной и инженерной инфраструктуры в расчёте на одного потребителя (например, для поселений, где преобладают жители пенсионного возраста, больше потребность в числе больниц, чем потребность в школах);  $C$  – средняя по субъекту РФ стоимость создания единицы соответствующих объектов социальной и инженерной инфраструктуры;  $H_i$  – численность постоянного населения  $i$ -го МО;  $k_{P_{IIi}}$  – поправочный коэффициент расходных потребностей  $i$ -го МО, отражающий объективные различия в стоимости создания единицы соответствующих объектов социальной и инженерной инфраструктуры;  $Y_i$  – уровень бюджетной обеспеченности  $i$ -го МО (в % к величине общего ФМР), образующийся после распределения средств на выравнивание бюджетной обеспеченности (т.е.  $Y_i$  – это уровень бюджетной обеспеченности при планировании, образующийся перед распределением ФМР).

На уровне III распределения ФМР  $S_{ip}$  между МП, расположенными на территории данного МО, строится комбинированная детерминированно-стохастическая модель, состоящая из трёх частей (блоки 4, 5 и 6 на рис. 4). Оптимизационная детерминированная модель в блоке 4 – это модель линейного программирования:

$$Z(\vec{Y}_i) = \sum_{j=1}^n \Phi_{ij} Y_{ij} \rightarrow \max_{\vec{Y} \in D} F(\vec{Y}_{ij}), \quad D: S_{ij}^H \leq Y_{ij} \leq S_{ij}^B; \quad \sum_{j=1}^n Y_{ij} \leq S_{ip}; \quad (12)$$

$$\vec{Y}_i = (Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{in}); \quad Y_{ij} \geq 0; \quad i = \overline{1, m^*}; \quad j = \overline{1, n},$$

где  $D$  – допустимая область изменения  $Y_{ij}$  в  $n$ -мерном пространстве;  $\Phi_{ij}$ ,  $S_{ij}^H$ ,  $S_{ij}^B$  –

заданные величины;  $Y_{ij}$  – объём финансовых средств планируемых в  $i$ -ом МО для  $j$ -го МП;  $n$  – количество МП;  $m^*$  – количество МО получающих ФМР;  $S_{ij}^B, S_{ij}^H$  – верхний и нижний уровни ограничений на объёмы выделяемых средств, определяемые законодательством данного субъекта РФ;  $Z(\vec{Y}_i)$  – функция цели в задаче линейного программирования;  $\Phi_{ij}$  – коэффициенты эффективности в различных МП;  $S_{ip}$  – общий объём средств, выделяемых верхним уровнем бюджетирования  $i$ -му МО по ФМР.

Для определения коэффициентов эффективности  $\{\Phi_{ij}\}$ , строится специальная НСМ, в которой  $\Phi_{ij}$  находятся как нелинейные функции многих переменных: первичных факторов  $\{x_k\}$  и общего объёма выделенных  $j$ -му МП бюджетных средств  $M_{ij}$ , который характеризует эффект масштаба в работе МП:

$$\Phi_{ij} = f_i(x_k, M_{ij}), i = \overline{1, m^*}; j = \overline{1, n}; \Phi_{ij} \in [0; 1] \quad (13)$$

по БД, наблюдаемых за некоторый отчётный период (2...5 лет), т.е. модель (6) – стохастическая. НСМ для (6) строится как достаточно общая динамическая многофакторная нелинейная модель вида:

$$\hat{\Phi}(\vec{X}, t) = F(\vec{X}, t, W) + e, \quad (14)$$

где  $\vec{X}$  – вектор входных факторов (объясняющих переменных);  $t$  – время;  $W$  – матрица параметров НСМ (синаптических весов);  $e$  – случайные остатки (ошибки аппроксимации скрытых в БД функциональных многомерных зависимостей);  $F(\cdot)$  – оператор нейросетевого отображения.

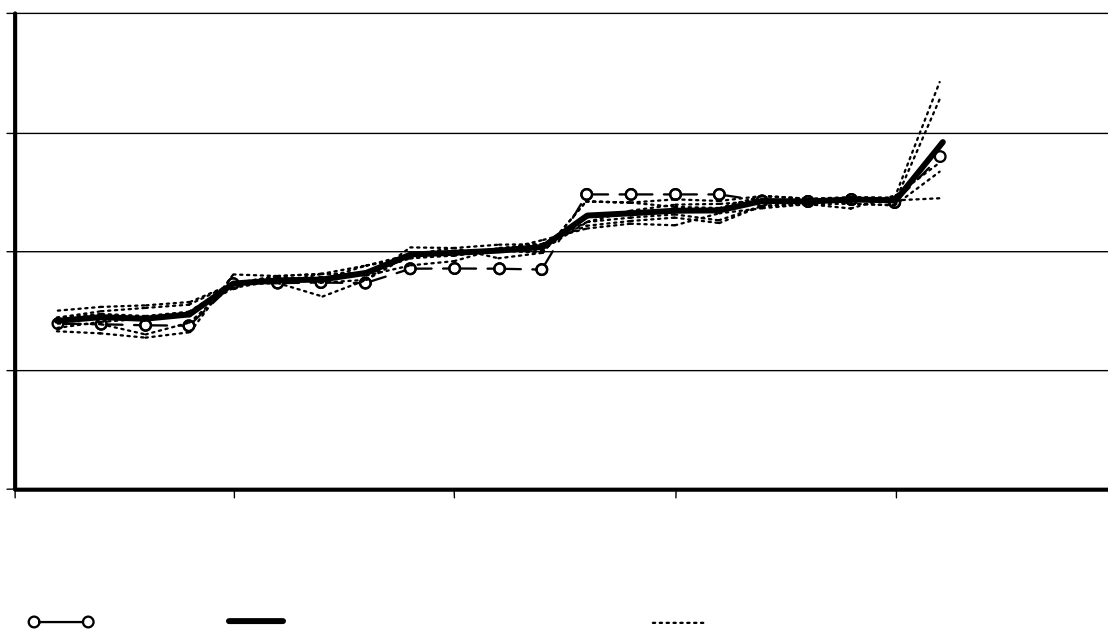


Рис. 5. Прогноз обобщённого показателя эффективности по 2-му объекту

Апробация модели (7) и все вычислительные эксперименты проводились на примере муниципальных теплоснабжающих предприятий Удмуртии, однако разработанные методы могут быть полезны для любого муниципального предприятия или учреждения. Тем не менее, потребовалось специальное исследование для введения в (13) и (14) агрегированного выходного показателя  $\Phi$  в виде аддитивно-мультипликативной свёртки:

$$\begin{aligned} \Phi &= A \prod_{\nu=1}^2 \Phi_{\nu}; \sum_{\nu=1}^2 C_{\nu} = 1; C_{\nu} > 0; \Phi_1 = \sum_{r=1}^3 d_r \Phi_{1r}; \sum_{r=1}^3 d_r = 1; d_r > 0; \\ \Phi_2 &= \sum_{r=1}^5 g_r; \sum_{r=1}^5 g_r = 1; g_r > 0; A \sim 10^6, \end{aligned} \quad (15)$$

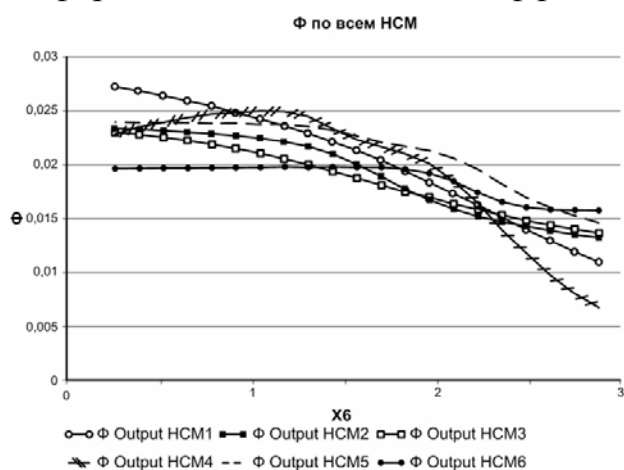
где  $C_1, C_2, \{d_r\}, \{g_r\}$  – экспертно задаваемые коэффициенты свёрток;  $A$  – масштабный множитель;  $\Phi$  – обобщённый показатель эффективности;  $\Phi_{\nu}, \nu = \overline{1,2}$  – частные показатели. Отметим, что частный показатель  $\Phi_1$  характеризует материально-техническое оснащение, а  $\Phi_2$  – качество услуг, оказываемых теплоснабжающими предприятиями. Вектор объясняющих переменных  $\vec{X}$  в (14) характеризует затратные факторы и качественные различия теплоснабжающих предприятий. В блоке 5 (рис. 4) построены модели типа однофакторных временных рядов для соответствующих компонент вектора  $\vec{X}$ . Прогноз этих компонент необходим для прогноза функции (13) и (14) при планировании бюджета.

### 5. Обосновано использование нейросетевой модели для прогнозирования показателей эффективности муниципальных промышленных предприятий.

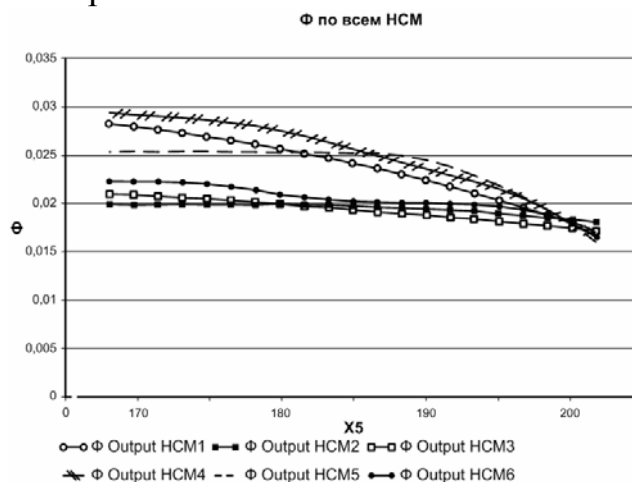
В работе описан метод автоматизации планирования распределения субсидий, ядром которой служит прогнозная НСМ на уровне III (рис. 4). На рис. 5 приведён пример оценки прогноза показателя  $\Phi$  на три месяца вперёд.

В качестве объясняющих переменных здесь выбраны  $X_1$  – относительное время ( $X_1 = t/T$ ,  $T$  – период наблюдения;  $T = 20$ );  $X_2$  – фиктивная переменная ( $X_2 = 1$  – только производство тепла;  $X_2 = 0$  – производство и транспортировка тепла);  $X_3$  – фиктивная переменная ( $X_3 = 1$  – производство тепла для собственных нужд;  $X_3 = 0$  – производство тепла для реализации);  $X_4$  – коэффициент обновления основных средств;  $X_5$  – расход условного топлива на выработку тепловой энергии (кг у.т./Гкал);  $X_6$  – аварийность на сетях теплоснабжения (аварий на 1 км сетей). Видно, что динамические кривые  $\Phi(t)$  практически сливаются, что свидетельствует о высокой степени адекватности НСМ. Прогнозные значения  $\Phi_j \Big|_{t=t_{np}}$  для 9 муниципальных теплоснабжающих предприятий равны соответственно: 0,0245; 0,0246; 0,0231; 0,0225; 0,0224; 0,0228;

0,0233; 0,0136; 0,0138. Чётко наблюдается «расслоение» объектов по критерию  $\Phi$ , что учитывалось в НСМ введением фиктивных переменных. Предприятия, для которых производство тепла не является основным видом деятельности (последние 2), менее эффективны, что обусловлено неэкономичностью небольших котлов, что не компенсировалось близким расположением производства тепла к потребителю. Следовательно, обобщённый критерий  $\Phi$  оказался информативным показателем эффективности работы МП.



*Рис. 6. Зависимость показателя эффективности теплоснабжающих предприятий от аварийности на сетях теплоснабжения (аварий на 1 км сетей)*



*Рис. 7. Зависимость показателя эффективности теплоснабжающих предприятий от расхода условного топлива на выработку тепловой энергии (кг у.т./Гкал)*

На рис. 6 и 7 показаны выявленные функциональные зависимости  $\Phi(X_5)$  и  $\Phi(X_6)$ , которые количественно описывают связь рентабельности производства с расходом условного топлива на выработку тепловой энергии и с аварийностью на сетях теплоснабжения. Показатель аварийности является индикатором состояния сетей. Состояние сетей влияет на величину потерь теплоэнергии в теплосетях, зависит от степени износа основных средств, уровня инвестиций в основные производственные фонды и др. Выявленные функциональные зависимости подтверждают важность показателя аварийности при определении эффективности деятельности предприятия.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Лялин В.Е., Соловьева С.А. Многоуровневая система планирования расходной части бюджета муниципальных образований // Вестник Ижевского государственного технического университета. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2009. - № 2 (42). – 0,3 п.л. (в т.ч. авт. 0,1 п.л.)

2. Лялин В.Е., Соловьева С.А. Экономическая концепция планирования расходной части бюджета муниципальных образований в многоуровневой системе бюджетирования с учетом различных принципов распределения субвенций на различных уровнях // Аудит и финансовый анализ. – № 4. – Москва, 2009. – 1,8 п.л. (в т.ч. авт. 0,9 п.л.)

3. Соловьева С.А. Роль безработицы в социально-экономическом разви-

тии общества и ее особенности в УР // Экономические аспекты развития теории и практики. Тезисы научной студенческой конференции экономического факультета ГОУ ВПО «УдГУ». – Ижевск, 2005. – 0,1 п.л.

4. Соловьева С.А. Роль бюджета в социально-экономическом развитии общества // Экономические аспекты развития теории и практики. Тезисы научной студенческой конференции экономического факультета ГОУ ВПО «УдГУ». – Ижевск, 2006. – 0,2 п.л.

5. Соловьева С.А. Фондовая биржа «Российская торговая система» // Экономические аспекты развития теории и практики. Тезисы научной студенческой конференции экономического факультета ГОУ ВПО «УдГУ». – Ижевск, 2007. – 0,1 п.л.

6. Лялин В.Е., Соловьева С.А. Экономическая концепция повышения эффективности бюджетирования муниципального уровня // Актуальные вопросы экономической науки: проблемы устойчивого экономического развития. Сборник научных трудов международной конференции. – Киров: «Аверс», 2009. – 0,3 п.л. (в т.ч. авт. 0,1 п.л.)

7. Соловьева С.А. Совершенствование программно-целевых методов бюджетного планирования // Информационные технологии в науке, социологии, экономике и бизнесе. Материалы 36-й междунар. конф. – Украина, Крым, Ялта-Гурзуф: прилож. к журн. «Открытое образование», 2009. – 0,1 п.л.

8. Соловьева С.А. Инструменты регулирования межбюджетных отношений на региональном и муниципальном уровнях // Информационные технологии в науке, социологии, экономике и бизнесе. Материалы 36-й междунар. конф. – Украина, Крым, Ялта-Гурзуф: прилож. к журн. «Открытое образование», 2009. – 0,1 п.л.

9. Лялин В.Е., Соловьева С.А. Компьютерная прикладная методика прогнозирования показателей эффективности муниципальных учреждений // Математические модели и информационные технологии в организации производства. – № 1 (18). – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2009. – 0,5 п.л. (в т.ч. авт. 0,2 п.л.)

10. Соловьева С.А. Трехуровневая система распределения субвенций между муниципальными образованиями и муниципальными учреждениями // Математические модели и информационные технологии в организации производства. – № 1 (18). – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2009. – 0,6 п.л.

11. Соловьева С.А. Системный подход к разработке методики распределения бюджетных средств между бюджетополучателями различного уровня на примере общеобразовательных учреждений // Современная экономическая модель. Проблемы и перспективы. Материалы III международной научно-практической конференции факультета экономики и управления Магнитогорского государственного университета. В 2-х ч. – Магнитогорск: МаГУ, 2009. – Ч. I. – 0,5 п.л.

12. Лялин В.Е., Соловьева С.А. Нейросетевая прогнозная модель исполнения доходной части бюджета муниципального образования // Современная экономическая модель. Проблемы и перспективы. Материалы III международной научно-практической конференции факультета экономики и управления Магнитогорского государственного университета. В 2-х ч. – Магнитогорск: МаГУ,

2009. – Ч. I. – 0,6п.л. (в т.ч. авт. 0,3 п.л.)

13. Соловьева С.А., Файзуллин Р.В. Алгоритм выбора оптимального числа лаговых переменных при спецификации вектора входных факторов нейросетевой модели // Многопроцессорные вычислительные и управляющие системы. Материалы международной научно-технической конференции. В 2-х томах. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. – Т. 2. – 0,3п.л. (в т.ч. авт. 0,2 п.л.)

14. Лялин В.Е., Соловьева С.А. Оптимизационная итерационная процедура сглаживания поверхности отклика нейросетевой модели по векторному критерию точности и устойчивости // AIS-IT'09. Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям. Научное издание в 4-х томах. – М.: Физматлит, 2009. – Т. 2. – 0,4п.л. (в т.ч. авт. 0,2 п.л.)

15. Лялин В.Е., Соловьева С.А. Алгоритм построения нейросетевой многофакторной нелинейной модели прогноза наполнения бюджета // Математические модели и информационные технологии в организации производства. – № 2 (19). – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2009. – 0,6п.л. (в т.ч. авт. 0,3 п.л.)

16. Соловьева С.А. Факторный анализ доходной части бюджета муниципального образования по нейросетевой модели // Математические модели и информационные технологии в организации производства. – № 2 (19). – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2009. – 0,3п.л.

17. Лялин В.Е., Соловьева С.А. Комбинированный системный синергетический информационный подход к исследованию проблемы бюджетирования муниципальных структур // Мировая экономика и социум: от кризиса до кризиса. Материалы международной научно-практической конференции. В 3-х частях. – Саратов: ИЦ «Наука», 2009. – Ч. 2. – 0,5п.л. (в т.ч. авт. 0,2 п.л.)

18. Соловьева С.А. Метод обобщенного перекрестного подтверждения для обоснования адекватности нейросетевой прогнозной модели // Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе. Материалы 37-й междунар. конф. – Украина, Крым, Ялта-Гурзуф: прилож. к журн. «Открытое образование», 2010. – 0,1п.л.