

3.6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ РАСХОДНОЙ ЧАСТИ БЮДЖЕТА МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВА- НИЙ В МНОГОУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЕ БЮДЖЕТИРОВАНИЯ С УЧЕТОМ РАЗЛИЧНЫХ ПРИНЦИПОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СУБВЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ

Лялин В.Е., д.э.н., профессор,
зав. кафедрой «Интеллектуальные
информационные технологии в экономике»;
Соловьева С.А., соискатель, ассистент
кафедры «Интеллектуальные информационные
технологии в экономике»

*Ижевский государственный
технический университет*

Предложена научно-обоснованная методика планирования расходной части бюджета муниципальных образований (МО) в многоуровневой финансово-экономической системе, где на разных уровнях реализуются различные принципы распределения финансовых средств, учитывающие интересы МО.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СУБЪЕКТАМ РФ И МУНИЦИПАЛЬНЫМ ОБРАЗОВАНИЯМ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ МЕЖБЮДЖЕТНЫХ ОТНОШЕНИЙ

В [1] приказом министра финансов РФ №243 от 27 августа 2004 г. были введены Методические рекомендации субъектам РФ и муниципальным образованиям по регулированию межбюджетных отношений. По существу, в [1] предложен новый принцип распределения субвенций, который относится и к субвенциям, направленным на выравнивание бюджетной обеспеченности муниципальных образований (МО), и к субвенциям Фонда муниципального развития (ФМР). Суть нового принципа заключается в том, что следует отойти от «сметного» принципа планирования распределения субвенций (планирования от достигнутого), а в основу планирования расхода бюджета положить объективную душевую потребность населения в бюджетных услугах определенного вида, например, общеобразовательных, здравоохранения и др.

Однако методика [1] является незамкнутой «снизу» в отношении ФМР, т.е. она формализованно не регламентирует распределение субвенций, выделенных МО, между субъектами муниципального образования – муниципальное учреждение (МУ). По мнению авторов, методику [1] можно замкнуть на основе системного подхода [6, 15]. Ниже подробно изложены предпосылки и суть предлагаемого системного подхода.

Отметим, что методические рекомендации [1] направлены на решение следующих задач по повышению эффективности межбюджетных отношений и качества управления государственными и муниципальными финансами на 2006-2008 гг.:

- укрепление финансовой самостоятельности субъектов Российской Федерации;
- создание стимулов для увеличения поступления доходов в бюджеты субъектов РФ и местные бюджеты;
- создание стимулов для улучшения качества управления государственными и муниципальными финансами;
- содействие субъектам РФ в реализации реформы местного самоуправления;
- повышение прозрачности региональных и муниципальных финансов.

Предлагаемый системный подход и базирующаяся на нем экономическая концепция трехуровневой системы распределения субвенций направлены на решение указанных выше задач.

Оговорим особенности общеобразовательных МУ как объектов моделирования, чтобы далее конкретизировать и детализировать суть предлагаемого системного подхода.

Органы местного самоуправления могут быть наделены отдельными государственными полномочиями РФ и (или) государственными полномочиями субъекта РФ.

Наделение органов местного самоуправления государственными полномочиями возникает, когда законодательные органы государственной власти РФ и (или) субъектов РФ принимают закон, исполнение которого непосредственно накладывает дополнительные финансовые обязательства на местные бюджеты. В качестве примера можно привести установление определенным категориям населения льгот по оплате жилья и коммунальных услуг.

Целесообразность принятия такого решения заключается в том, что исполнение (или организация исполнения) принятого нормативно-правового акта эффективнее на муниципальном уровне. Примером могут служить различные адресные выплаты населению, требующие детального учета и контроля на местном уровне.

В случае наделения органов местного самоуправления полномочиями субъекта РФ (делегированные полномочия) нормативно-правовое регулирование (в форме установления расходных обязательств) и финансовое обеспечение соответствующих расходных обязательств остается за органами государственной власти субъекта РФ, в то время как исполнение передается органам местного самоуправления.

Для исполнения переданных органам местного самоуправления государственных полномочий органы государственной власти субъектов РФ должны обеспечить предоставление местным бюджетам субвенций в объеме, установленном федеральным и (или) региональным законодательством. Для финансирования переданных (делегированных) на местный уровень полномочий в бюджете субъекта РФ предусматривается фонд компенсаций.

Наделение органов местного самоуправления отдельными государственными полномочиями субъекта РФ может осуществляться только законом субъекта РФ. Согласно п. 7 Федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ» [20] положения законов субъектов РФ, предусматривающие наделение органов местного самоуправления отдельными государственными полномочиями, вводятся в действие законом субъекта РФ о бюджете субъекта РФ на очередной финансовый год при условии, если законом субъекта РФ о бюджете субъекта РФ на соответствующий финансовый год предусмотрено предоставление субвенций на осуществление указанных полномочий.

Согласно п. 6 ст. 19 Федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в

РФ» закон субъекта РФ, предусматривающий наделение органов местного самоуправления отдельными государственными полномочиями, должен содержать следующее.

1. Вид или наименования МО, органы местного самоуправления которых наделяются соответствующими полномочиями. Иными словами, в законе должно быть указано, что полномочиями наделяются органы местного самоуправления муниципальных районов и городских округов или поселений и городских округов (но не два уровня вместе).
2. Перечень прав (использование собственных материальных и финансовых ресурсов для осуществления переданных полномочий и др.) и обязанностей (результаты исполнения переданных полномочий на уровне не ниже определенных требований) органов местного самоуправления, а также прав и обязанностей органов государственной власти (выделение субвенций на финансирование, контроль за исполнением и т.д.) при осуществлении соответствующих полномочий.
3. Способ (методику) расчета нормативов для определения общего объема субвенций, предоставляемых местным бюджетам из федерального бюджета, бюджета субъекта РФ для осуществления соответствующих полномочий и распределения их между МО.
4. Перечень или порядок определения перечня подлежащих передаче в пользование и (или) управление либо в муниципальную собственность материальных средств, необходимых для осуществления передаваемых полномочий.
5. Порядок предоставления отчетности органами местного самоуправления об осуществлении переданных полномочий (форма отчетности, а также периодичность и сроки ее представления).
6. Порядок осуществления органами государственной власти контроля за осуществлением переданных полномочий и наименование контрольных органов.
7. Условия и порядок прекращения исполнения органами местного самоуправления переданных им отдельных государственных полномочий.

Согласно п. 2 ст. 26.3 Федерального закона от 4 июля 2003 г. №95-ФЗ «О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации» [21] органы государственной власти субъектов РФ обязаны предоставлять субвенции местным бюджетам на исполнение следующих полномочий:

- реализация основных общеобразовательных программ в части финансирования расходов на оплату труда работников общеобразовательных учреждений, расходов на учебные пособия, технические средства обучения, расходные материалы и хозяйственные нужды (за исключением расходов по содержанию зданий и коммунальных расходов, отнесенных к полномочиям местного самоуправления);
- выплата гражданам адресных субсидий на оплату жилья и коммунальных услуг в соответствии с устанавливаемыми органами государственной власти субъекта РФ стандартами оплаты жилья и коммунальных услуг.

В соответствии с федеральными законами №131-ФЗ от 6 октября 2003 г. «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ» и №123-ФЗ от 7 июля 2003 г. «О внесении изменений и дополнений в отдельные законодательные акты РФ в части, касающейся финансирования общеобразовательных учреждений», к вопросам местного значения муниципальных районов и городских округов относится организация предоставления общедоступного и бесплатного начального общего, основного общего, среднего (полного) общего образования по основным общеобразовательным программам, за исключением полномочий по финансовому обеспечению образовательного процесса, отнесенных к полномочиям

органов государственной власти субъектов РФ, а также организация предоставления дополнительного образования и общедоступного бесплатного дошкольного образования на территории муниципального района.

Данное положение означает, что учреждения начального общего, основного общего, среднего (полного) общего образования находятся в муниципальной собственности. Их количество и размеры, число занятых в них работников, размеры их оплаты труда (в части превышения уровня, установленного региональным законом), определяются представительными органами местного самоуправления муниципальных районов и городских округов самостоятельно. Расходы на оплату труда работников общеобразовательных учреждений, на учебные пособия, технические средства обучения, расходные материалы и хозяйственные нужды производятся из местных бюджетов за счет субвенций из бюджета субъекта РФ на финансирование общеобразовательных учреждений в части организации учебного процесса. Данные субвенции рассчитываются для каждого муниципального района (городского округа), исходя из численности учащихся, детей соответствующих возрастных категорий, других параметров, отражающих потребность в получении общеобразовательных услуг. Если исполнение (финансирование) местными органами власти полномочий по организации образовательного процесса будет осуществляться таким образом, что размер выделенной субвенции будет недостаточным, органы местного самоуправления не могут претендовать на увеличение субвенции.

При этом распределение субвенций на указанные цели с использованием показателей, характеризующих потребность соответствующих категорий населения в получении общеобразовательных бюджетных услуг, формирует устойчивую зависимость между спросом граждан и его удовлетворением за счет бюджетных средств.

И, напротив, в случае использования «сметного» способа распределения, когда объектом оценки расходов на предоставление субвенций на финансирование общеобразовательного процесса является школа, присутствующая на территории конкретного муниципалитета, результатом такого подхода, особенно в среднесрочной перспективе, будет:

- во-первых, консервация различий в обеспеченности населения отдельных МО школами;
- во-вторых, создание устойчивого стимула для органов местного самоуправления по обеспечению деятельности именно бюджетных учреждений, а не предоставлению общеобразовательных услуг всем детям соответствующих возрастных категорий, формирует серьезные препятствия для оптимизации бюджетной сети.

Эти же обстоятельства должны приниматься во внимание и при распределении других субвенций, передаваемых муниципалитетам на финансирование государственных полномочий.

2. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БЮДЖЕТНЫХ СРЕДСТВ МЕЖДУ БЮДЖЕТОПОЛУЧАТЕЛЯМИ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ

Во избежание двоечтения терминов и формулировок, оговорим понятие «система» и «системный подход», которые в литературе трактуются по-разному.

Системный подход базируется на целостном видении исследуемых объектов, явлений или процессов и представляется наиболее универсальным и адекватным методом анализа и исследования технических, экономических и других систем. Целостное видение прежде всего подразумевает учет взаимодействия изучаемой системы с другими системами в над- и подсистеме и с внешней средой.

В литературе понятие «система» трактуется по-разному. Наиболее подходящим для нашего исследования является следующее определение из [15, 17]: системой является «совокупность элементов, находящихся в рациональных отношениях и связи между собой и образующих определенную целостность, единство (интегративное свойство), которое не сводится к сумме свойств элементов», причем границы целостности задают пределы управления.

Подчеркнем, что в этом определении рациональные отношения между элементами являются обязательными. При этом элемент понимается обобщенно, как элемент структуры системы. Под взаимодействием понимается обмен потоками вещества, энергии, информации с другими элементами и внешней средой. В частности, элементом структуры может быть база данных или база знаний в информационной системе.

Понятие «управление» при системном подходе тоже понимается обобщенно и включает в себя любое воздействие (вещественное, энергетическое, финансовое, информационное) на управляемый элемент системы.

Оговорим характер взаимодействия системы со средой. Система выступает как нечто целое относительно окружающей среды. Возмущающим воздействием окружающей среды противостоят внутренние связи между элементами системы, и чем эти связи сильнее и устойчивее, тем более устойчива система к внешним возмущениям. Другими словами, система должна обладать механизмом иммунитета по отношению к деструктурирующим сигналам внешней среды, и об этом надо позаботиться при постановке задачи и разработке модели бюджетирования.

В рассматриваемой системе (будем далее называть ее системой муниципального бюджетирования (СМБ)) элементами являются:

- МО, хозрасчетные подразделения муниципальных бюджетных учреждений (бюджетополучателей);
- сами бюджетные учреждения;
- планирующие органы муниципалитета и лица, принимающие решения (ЛПР) по бюджетированию;
- региональное и федеральное законодательство.

Рациональные отношения между элементами СМБ очевидны. Так, между муниципальными бюджетными учреждениями и их хоздоговорными подразделениями явно наблюдается симбиоз: бюджетное учреждение выделяет дефицитные производственные площади «на бойком месте» в городе, а хозрасчетное подразделение способствует сохранению высококвалифицированных кадров и тем самым улучшает качество оказываемых населению услуг.

Общая цель функционирования всех элементов СМБ – это обеспечение эффективного доступа населения к услугам, оплачиваемым по линии муниципального бюджета.

Интегративное свойство СМБ, образуемое за счет рационального взаимодействия элементов, состоит в принципиальной возможности социально-экономического развития данного учреждения, т.е., по существу, в соблюдении общесистемного закона гомеостата [15].

Системный аспект развиваемого подхода к исследованию СМБ заключается в том, что концептуальный базис (теоретическая основа) информационно-математических моделей СМБ получены [4, 5, 6, 7, 8] как следствие из детерминированных общесистемных законов и закономерностей кибернетики [15].

Теперь мы можем сформулировать идею предлагаемого системного подхода к распределению субвенций: эта система должна быть многоуровневой и охватывать бюджетные отношения между субъектами РФ и МО, а также между МО и его МУ. Между элементами связи системы, отображаемые в математико-информационных моделях, должны учитывать принципы равномерности подушевого обеспечения населения бюджетными услугами конкретного вида, равномерности темпов развития муниципальных инфраструктур, эффективности работы МУ. Функционирование всех элементов системы распределения субвенций должны быть подчинены общей цели – способствовать решению перечисленных выше пяти задач по повышению качества межбюджетных отношений.

3. ФОРМУЛИРОВКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОНЦЕПЦИИ ТРЕХУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СУБВЕНЦИЙ

Предлагается трехуровневая система распределения субвенций между МО и МУ, в которой на каждом иерархическом уровне (рис. 1) реализуется свой принцип распределения и строится соответствующая модель – математико-информационное обеспечение поддержки для принятия решений ЛПР по муниципальному бюджетированию. Данная система позволяет взвешенно и объективно учитывать как интересы РФ по решению национальных проектов в области образования, здравоохранения, интересы МО, а также интересы МУ, непосредственно обслуживающих население. Предлагаемая трехуровневая система распределения субвенций в максимальной степени учитывает особенности внешней экономической среды на территориях, где расположены МО, финансово-экономическое состояние каждого МУ и показатели эффективности его работы.

Верхний уровень I иерархической схемы на рис. 1 реализует принцип распределения выделяемых финансовых средств (субвенций) между МО. Этот принцип можно назвать «принципом равномерной нормативной подушевой обеспеченности» населения МО в бюджетных услугах определенного вида, например общеобразовательных.

Здесь используется простая детерминированная модель вида (1), в основу которой положены численность постоянного населения МО и нормативы, определенные законодательством РФ и субъектов РФ, по обеспечению каждого гражданина бюджетными услугами определенного вида.

Реализация принципа равномерности обеспечит гармоническое развитие территорий МО – «подтягивание» отстающих территорий МО к городскому уровню обеспеченности бюджетными услугами и тем самым создает предпосылки решения ряда национальных проектов.

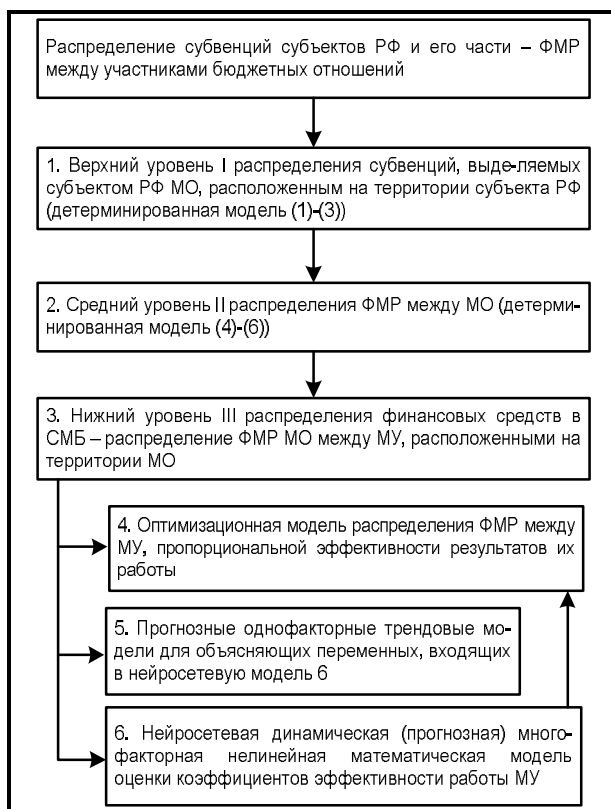


Рис. 1. Структурно-функциональная схема трехуровневой системы распределения финансовых средств МО

Замечание

С позиций системного анализа [15] принцип равномерной нормативной подушевой обеспеченности обеспечивает состояние гомеостаза: сохранение стабильной обеспеченности МО бюджетными услугами определенного вида.

Средний уровень II реализует принципы распределения ФМР между МО, т.е. той части субвенций, которая направлена на выравнивание фактически сложившегося уровня обеспеченности МО бюджетными услугами. Здесь учитывается предыстория процесса развития муниципальных инфраструктур. Данный принцип можно назвать принципом обеспечения равномерности темпов развития МО, поскольку выделяемый МО ФМР S_{ip} пропорционален разности между средним по субъекту РФ показателем уровня потребности в определенных объектах социальной и инженерной инфраструктуры в МО в расчете на одного жителя и фактическим показателем этой потребности в i -м МО.

Модель (4) распределения на уровне II также детерминированная с использованием экспертных поправочных коэффициентов, учитывающих структуру населения и территориальные различия в стоимости создания единицы соответствующих объектов социальной и инженерной инфраструктуры.

Нижний уровень III схемы распределения рис. 1 реализует принцип прозрачного, объективного распределения ФМР, выделенного МО, между его бюджетополучателями (МУ), пропорционально обобщенному показателю эффективности работы этих МУ в течение некоторого ретроспективного периода (два-три года) с

прогнозом обобщенного показателя на планируемый период. Данный принцип можно назвать соревновательным принципом, поскольку в лимитируемых пределах $Y_{ij} \in [S_{ip}^H, S_{ip}^B]$ верхнего и нижнего уровня ФМР (устанавливается постановлениями местных законодательных органов) больше получает тот, у кого прогнозный обобщенный показатель эффективности выше на планируемый период.

На нижнем уровне III модель наиболее сложная из всех уровней: это гибридная оптимизационно-стохастическая модель, включающая в себя три части:

- нейросетевая модель (НСМ) – это стохастическая прогнозная многофакторная нелинейная модель, которая описывает (аппроксимирует) скрытую в базе данных (БД) функциональную зависимость обобщенного показателя эффективности ϕ от ряда первичных входных факторов $X_j, j = 1, n$, ответственных за финансово-экономическое состояние МУ. БД образуют ретроспективные данные кластера примерно однородных объектов – МУ;
- оптимизационная модель задачи линейного программирования (ЗЛП), в которой количественно находит отражение соревновательный принцип;
- модель ВР, по которой определяются в точке прогноза все динамические входные факторы $X_j(t)$, введенные в НСМ. Эта модель общеизвестна [9] и реализуется в программной среде Excel.

Ниже модели всех уровней рассмотрены подробно. Особый интерес представляет оригинальная гибридная модель для уровня III, поскольку методологию ее построения (см. ниже) можно применить ко многим экономическим статистическим и динамическим объектам.

3.1. Модель верхнего уровня I распределения субвенций муниципальным образованиям

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

$$S_i = P \cdot \Pi_i \cdot KPP_i, \quad (1)$$

где

S_i – объем субвенции для i -го МО;

P – расчетный норматив расходов на исполнение 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);

Π_i – количество потребителей соответствующих бюджетных услуг (численность соответствующей категории населения, объектов социальной сферы и т.д.) в i -м МО;

KPP_i – поправочный коэффициент расходных потребностей i -го МО, отражающий объективные различия в стоимости предоставления данным МО соответствующих бюджетных услуг в расчете на одного потребителя.

Указанный коэффициент в общем виде определяется путем соотношения значения показателя, который отражает наиболее существенные факторы, влияющие на стоимость предоставления определенной бюджетной услуги в конкретном муниципалитете, с аналогичным показателем в целом по совокупности МО (в среднем по субъекту РФ). Так, например, для расчета поправочного

коэффициента расходных потребностей при распределении субвенций на общеобразовательный процесс целесообразно использовать такие значения, как стоимость набора товаров и услуг, входящих в состав прожиточного минимума (в конкретном муниципалитете, относимый к средней по региону стоимости минимального набора), поскольку именно этот показатель будет отражать различный уровень потребности в расходах на заработную плату учителей, составляющих большую часть затрат на учебный процесс. Можно применять и районные коэффициенты к заработной плате.

Исполнение делегированного полномочия органами местного самоуправления может быть связано с оказанием бюджетных услуг не одной, а несколькими категориям потребителей бюджетных услуг, которые объективно различаются в плане объема потребностей в подушевых бюджетных расходах. В этом случае органы исполнительной власти субъектов РФ обязаны устанавливать различные нормативы расходов для разных категорий потребителей соответствующих бюджетных услуг.

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

$$КРП_i = K_i / K_r, \quad (2)$$

где

$КРП_i$ – 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).

В случае сложного по экономической и функциональной структуре характера расходов на реализацию передаваемых органам местного самоуправления полномочий можно применять сразу несколько поправочных коэффициентов. При этом, если соответствующие данным коэффициентам затраты имеют различный удельный вес в общем составе расходов, целесообразно использовать для различных коэффициентов соответствующие удельные веса.

Так, например, если в составе расходов на передаваемые субвенции на финансирование общеобразовательного учебного процесса заработная плата с начислениями занимает 80%, а прочие расходы (расходы на учебные пособия, технические средства обучения, расходные материалы и хозяйственные нужды) – 20%, то может использоваться следующая формульная запись:

$$КРП_i = 0,8 * (Z_i / Z_r) + 0,2 * (P_i / P_r), \quad (3)$$

где

0,8 – доля расходов на заработную плату с начислениями в общем объеме расходов на общеобразовательный учебный процесс в среднем по субъекту РФ;

Z_i – стоимость минимального набора товаров и услуг, отражающего потребность в заработной плате (районный муниципальный коэффициент к заработной плате), в i -м МО;

Z_r – стоимость минимального набора товаров и услуг, отражающего потребность в заработной плате (районный муниципальный коэффициент к заработной плате), в среднем в субъекте РФ (во всех МО);

0,2 – доля расходов на учебные пособия, технические средства обучения, расходные материалы и хозяйственные нужды в общем объеме расходов на общеобразовательный учебный процесс в среднем по субъекту РФ;

P_i – средний уровень цен на соответствующие категории товаров в i -м МО;

P_r – средний уровень цен на соответствующие категории товаров в среднем по субъектам РФ (во всех МО).

Количество поправочных коэффициентов, применяемых для расчета, должно определяться так, чтобы их использование не приводило к чрезмерному усложнению расчетов. Используемое значительное число поправочных коэффициентов, не оказывающих существенного влияния на результат, не только не приводит к достижению поставленной цели – объективной оценки дифференциации затрат по МО, но и снижает проверяемость и объективность распределения, вносит неоправданные с финансово-экономической точки зрения искажения. Исходя из этого, общим правилом для определения соответствующих поправочных коэффициентов должна являться минимизация используемых для их определения показателей и формул.

3.2. Модель среднего уровня II распределения фонда материального развития между муниципальными образованиями

Известны две модификации методики [1] по распределению ФМР:

- расчет по формуле, общей для всех МО;
- расчет на основе процедур конкурсного отбора инвестиционных проектов (программ) МО.

В случае использования формульного подхода размер субсидии S_{ip} из ФМР субъекта РФ, выделяемый i -му МО, рассчитывается следующим образом [1]:

$$S_{ip} = S_p (P_i / P), \quad (4)$$

где

S_p – общий объем средств из ФМР субъекта РФ;

P_i – расчетный объем потребности i -го МО в инвестиционной финансовой помощи;

P – расчетный объем потребности всех МО данного субъекта РФ в инвестиционной финансовой помощи для обеспечения потребности населения в бюджетных услугах определенного вида.

Величина P_i может быть найдена по формуле:

$$P_i = [(O_n * k_{ci} - O_i) * C * k_{Pni} * H_i] / Y_i, \quad (5)$$

где

O_n – средний по субъекту РФ показатель уровня потребности в определенных объектах социальной и инженерной инфраструктуры в МО в расчете на одну тысячу человек или потребителя соответствующих услуг (например, число лечебных учреждений на одну тысячу человек, число школ на одну тысячу учеников и т.д.);

O_i – фактический показатель уровня обеспеченности в определенных объектах социальной и инженерной инфраструктуры в i -м МО;

k_{ci} – поправочный коэффициент структуры населения, учитывающий объективные различия МО в потребности определенного количества социальной и инженерной инфраструктуры в расчете на одного по-

требителя (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_{pni} – 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 процентах 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).

Сделаем замечания по расчету некоторых величин, входящих в формулы (4) и (5).

1. Состав получателей $\{i^*\}$, $i = \overline{1, m^*}$ средств ФМР можно ограничить только теми МО, у которых уровень бюджетной обеспеченности ниже установленного субъектом РФ уровня Y_0 , т.е.

$$\{i^*\}: Y_i < Y_0, m^* < m. \quad (6)$$

2. При расчете коэффициента структуры населения k_{ci} можно, кроме градации населения по категориям, учесть дополнительные факторы, например фактор масштаба. Он состоит в том, что потребность в определенных объектах социальной и инженерной инфраструктуры не пропорциональна числу жителей H_i или потребителей бюджетных услуг. К таким факторам, формирующим k_{ci} , можно также отнести уровень урбанизации данного МО. В этом случае можно предусмотреть различные потребности в обеспеченности объектами жилищно-коммунального хозяйства городского и сельского населения.

Таким образом, использование формул (4-6) позволяет распределить средства ФМР пропорционально недостающей душевой потребности в определенных объектах социальной и инженерной инфраструктуры с учетом уровня существующей бюджетной обеспеченности МО после распределения средств фондов выравнивания их бюджетной обеспеченности.

3.3. Модель нижнего уровня III распределения выделенного МО ФМР между муниципальными учреждениями

Распределение средств ФМР между МУ данного i -го МО с учетом показателей эффективности $\{\phi_{ij}\}$ деятельности данного j -го МУ за прошлый отчетный период можно свести к ЗЛП [10].

Требуется найти такие оптимальные объемы вложений финансовых средств $\{Y_{ij}^*\}$, которые доставляют максимум функции эффективности $F(\phi_{ij})$ при наложенных ограничениях:

$$F(\bar{Y}_i) = \sum_{j=1}^n \phi_{ij} Y_{ij} \rightarrow \max_{Y_{ij} \in D} F(\bar{Y}_i), \quad (7)$$

$$\begin{cases} D: S_{ij}^H \leq Y_{ij} \leq S_{ij}^B; \sum_{j=1}^n Y_{ij} \leq S_{ip}; \\ \bar{Y}_i = (Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{in}); Y_{ij} \geq 0; j \in \overline{1, n}; i \in \overline{1, m^*}, \end{cases} \quad (8)$$

где

D – допустимая область изменения Y_{ij} в n -мерном пространстве;

$\phi_{ij}, S_{ij}^H, S_{ij}^B$ – заданные величины;

Y_{ij} – объем финансовых средств планируемых в i -м МО для j -го МУ;

n – количество МУ;

m^* – количество МО, получающих средства из ФМР;

S_{ij}^B, S_{ij}^H – верхний и нижний уровни ограничений на объемы выделяемых средств, определяемые законодательством данного субъекта РФ;

$F(\bar{Y}_i)$ – функция цели в ЗЛП;

ϕ_{ij} – коэффициенты эффективности в различных МУ;

S_{ip} – общий объем средств, выделяемых верхним уровнем бюджетирования i -му МО по ФМР.

При этом величины $\{S_{ip}\}$ рассчитываются на среднем уровне II иерархической схемы рис. 1 по модели (4-6), а для определения коэффициентов эффективности $\{\phi_{ij}\}$, как отмечалось выше, строится специальная НСМ (см. ниже), в которой ϕ_{ij} находятся как нелинейные функции многих переменных первичных факторов $\{x_k\}$ и общего объема выделенных j -му МУ бюджетных средств M_{ij} , который характеризует эффект масштаба в работе МУ:

$$\phi_{ij} = f_j(x_k, M_{ij}), i \in \overline{1, m^*}; j \in \overline{1, n}; \phi_{ij} \in [0; 1] \quad (9)$$

по базе данных, наблюдаемых за некоторый отчетный период (2-5 лет).

Замечание

Коэффициенты $\{\phi_{ij}(x_k)\}$ дифференцируют объемы вложений $\{Y_{ij}\}$ в каждое j -е МУ в зависимости от объективного показателя эффективности его работы на прогнозный планируемый период. Следовательно, введение в модель $\{\phi_{ij}\}$ связывает интересы верхнего I и нижнего III уровней бюджетирования и стимулирует развитие МУ: чем выше объективный показатель $\{\phi_{ij}\}$, тем большая доля средств будет выделена j -му предприятию по ФМР.

Через величину S_{ip} осуществляется влияние верхнего уровня на нижний. Другими словами, обе задачи (1), (2) и (4), (5) взаимосвязаны. В этом и состоит ядро предлагаемой экономической концепции.

3.4. Нейросетевая модель показателей эффективности $\phi_{ij}(\bar{x})$

Построение НСМ для $\phi_{ij}(x_k)$ на нижнем уровне распределения представляет собой отдельную исследовательскую задачу, ибо условия моделирования очень сложны: база данных сильно зашумлена (и даже созна-

тельно искажена – в ряде случаев имеют место приписки), что усугубляется дефицитом наблюдений. В лучшем случае число наблюдений (записей в базе данных) делается по месяцам, что составляет примерно около трехсот. При таком количестве примеров, причем сильно зашумленных, обучить HCM и обеспечить ее адекватность очень сложно без привнесения принципиально новых идей по процедурам пред- и постпроцессорной обработки данных.

Необходимые теоретические предложения (концепции) подробно изложены в [3, 4]. В данной статье мы ограничимся лишь кратким описанием вида HCM. Будем постулировать, что существует объективный показатель эффективности работы МУ $\Phi_{ij}(x_k)$, зависящий от ряда первичных факторов $\{x_k\}$, $k = \overline{1/p}$, отраженных в документах бухгалтерской отчетности и масштабного показателя M_{ij} . Для конкретности изложения возьмем общеобразовательные учреждения.

Построим HCM вида (индекс i для простоты опускаем):

$$M[\Phi | \bar{X} = x_0] \rightarrow \hat{\Phi} = F(W\bar{x}) + \ell, \quad (10)$$

где

$M[\Phi | \bar{X} = x_0]$ – условное математическое ожидание случайной величины Φ при условии, что вектор входных факторов принял фиксированное значение $(\bar{X} = \bar{x}_0)$;

$\hat{\Phi}$ – рассчитанное по HCM значение Φ ;

$F(\cdot)$ – оператор HCM;

W – матрица параметров модели (синаптических весов), которые HCM находит сама при обучении;

ℓ – случайная ошибка;

\rightarrow – знак статистической оценки.

Особого внимания требует «завязка» постановки задачи построения HCM, т.е. спецификация переменных, ибо неудачную спецификацию очень сложно исправить при обучении нейросети.

4. СПЕЦИФИКАЦИЯ ВЫХОДНЫХ (ЗАВИСИМЫХ) ПЕРЕМЕННЫХ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ «РУСЕЛ»

Спецификация зависимых и независимых переменных модели реализует первый и наиболее важный этап формирования «русел» и создает предпосылки получения HCM хорошего качества даже в условиях существенного зашумления базы данных, характерного для отчетной документации. При спецификации использовался метод экспертных оценок с дообучением экспертов, т.е. итерационное уточнение спецификации с анализом промежуточных вычислительных экспериментов. Этот метод позволяет в некоторой мере упорядочить (частично формализовать) внесение в модель априорной информации о моделируемом объекте. Достижимый эффект от процедуры дообучения экспертов – обострение их интуиции, отображаемой в назначении весовых множителей при образовании агрегированных переменных, а также в выборе состава переменных.

По мнению экспертов, выходная характеристика качества работы общеобразовательных учреждений определяется в основном двумя составляющими учебно-процесса:

- уровнем квалификации преподавательского состава;

- качеством подготовки выпускников школ в аспекте дальнейшего повышения уровня образования, а также эффективности работы в различных сферах человеческой деятельности.

Соответственно выбраны две агрегированные выходные переменные:

- Φ_1 – обобщенный показатель квалификации преподавательского состава;
- Φ_2 – обобщенный показатель качества полученных знаний.

Для получения обобщенного показателя эффективности работы образовательного учреждения, являющегося выходной величиной HCM, формируется некоторая функция из агрегатов Φ_1 и Φ_2

$$\Phi = \varphi(\Phi_1, \Phi_2), \quad (11)$$

вид которой мы уточним позже с учетом чувствительностей Φ к вариациям Φ_1 и Φ_2 в реальной базе данных (табл. 1).

В свою очередь, частный показатель качества Φ_1 определим как агрегат из первичных показателей $\{\Phi_{1r}\}$:

$$\Phi_1 = \sum_{r=1}^3 d_r \Phi_{1r}; \quad \sum_{r=1}^3 d_r = 1; \quad d_r \geq 0, \quad (12)$$

где

Φ_{11} – отношение количества работников с высшим профессиональным образованием к общему числу работников данного образовательного учреждения;

Φ_{12} – отношение количества педагогических работников, имеющих высшую категорию или ученую степень к общему числу работников данного образовательного учреждения;

Φ_{13} – отношение количества педагогических работников, имеющих первую квалификационную категорию, к общему числу работников данного образовательного учреждения.

Будем считать, что наличие у работников образовательных учреждений высшего образования (показатель Φ_{11}) является необходимым условием обеспечения учебного процесса и со временем Φ_{11} будет стремиться к единице, поэтому весовой множитель d_1 выбран наименьшим и равным 0,2.

Показатели Φ_{12} и Φ_{13} , связанные с количеством педагогических работников высокой квалификационной категории, – это «спинной хребет» учебного процесса в аспекте усовершенствования существующих методик обучения, а также апробации и внедрения принципиально новых методик и образовательных технологий. Соответственно весовой коэффициент d_3 выбран равным 0,35, а d_2 равен 0,45.

Показатели Φ_{12} и Φ_{13} формируются общими усилиями коллектива данного образовательного учреждения и в то же время отражают косвенно (через фонд оплаты труда) политику субъекта РФ по реализации национальных проектов.

Таким образом, получаем формулу для расчета агрегата Φ_1 :

$$\Phi_1 = 0,2\Phi_{11} + 0,45\Phi_{12} + 0,35\Phi_{13}. \quad (13)$$

Теперь сделаем расчет агрегированного показателя Φ_2 :

$$\Phi_2 = \sum_{r=1}^5 g_r \Phi_{2r}; \quad \sum_{r=1}^5 g_r = 1; \quad g_r \geq 0, \quad (14)$$

где

Φ_{21} – показатель качества знаний (отношение количества отличных и хороших оценок к общему числу оценок);

Φ_{22} – отношение количества учащихся – призеров городских олимпиад, конкурсов, соревнований к общему числу учащихся данного образовательного учреждения;

Φ_{23} – отношение количества учащихся – призеров республиканских и всероссийских олимпиад, конкурсов, соревнований к общему числу учащихся данного образовательного учреждения;

Φ_{24} – отношение количества учащихся, поступивших в вузы РФ, к общему числу учащихся данного образовательного учреждения;

Φ_{25} – отношение количества выпускников, награжденных медалями «За особые успехи в учении», серебряными и золотыми, к общему числу учащихся данного образовательного учреждения.

Группа экспертов – педагогических работников образовательных школ и отдела образования г. Ижевска присвоила следующие значения весовых множителей:

$$\{g_i\}: g_1 = g_4, \quad 0,05 \neq g_2, \quad g_5 = 0,25; \quad g_3 = 0,4.$$

Оценки экспертов продиктованы следующими соображениями. Прежде всего выделен показатель Φ_{24} – относительного числа учащихся, поступивших в вузы. На первый взгляд этот показатель носит объективный характер, поскольку он связан с оценками знаний абитуриентов в приемных комиссиях вузов. Однако данный показатель не дифференцирует число поступивших на бюджетную и договорную формы обучения, т.е. по существу не различает социальный статус лиц, оплачивающих обучение. Другими словами, оценка качества подготовки учащихся-абитуриентов на основе показателя Φ_{24} нивелируется различием проходного балла для бюджетной и договорной форм обучения в вузе. Действительно, из табл. 2 видно, что показатель Φ_{24} для девяти объектов, наблюдаемых в течение пяти лет, колеблется от минимального значения 0,57 до максимального 0,7, т.е. всего на 18,57%.

Показатель Φ_{21} качества обучения отягчен требованиями вышестоящих органов по обеспечению качества успеваемости, и потому неизбежно создает у преподавателей стимул «натягивания» оценок по итогам года, т.е. вносит элемент нивелирования. Это хорошо видно из табл. 1. Объекты, существенно различающиеся по условиям инновации (гимназии, с одной стороны, и обычные школы – с другой) и, соответственно, отличающиеся объективными показателями числа призеров различных олимпиад и медалистов, практически не различимы по показателю Φ_{21} . Последний колеблется в выборке из табл. 1 на 6,4%, т.е. является малоинформативным.

Таким образом показатели Φ_{21} и Φ_{24} малоинформативны в аспекте оценки истинного уровня качества получаемых знаний, поэтому им присвоены малые весовые коэффициенты $d_i = d_4 = 0,05$.

Более объективно характеризуют создание в образовательном учреждении благоприятных условий для усвоения образовательных программ и развития талантов и личности учащихся показатели Φ_{22} , Φ_{23} и Φ_{25} , связанные с числом медалистов и призеров различных олимпиад

и конкурсов городского уровня. Соответственно весовые коэффициенты выбраны равными $d_2 = d_5 = 0,25$.

Естественно получение призов на олимпиадах и конкурсах республиканского и всероссийского уровня весьма престижно и относительно, редко наблюдается в базе данных – доли процентов по отношению к контингенту учащихся данного образовательного учреждения. Поэтому весовой коэффициент g_3 – наибольший и равен 0,4.

В итоге получим формулу линейной свертки для агрегата Φ_2 :

$$\Phi_2 = 0,05\Phi_{21} + 0,25\Phi_{22} + 0,4\Phi_{23} + 0,05\Phi_{24} + 0,25\Phi_{25}. \quad (15)$$

Значения агрегированных показателей Φ_1 и Φ_2 и обобщенного показателя Φ по наблюдениям за пять лет по кварталам для достаточного однородного кластера из девяти объектов (общеобразовательных школ) показаны в табл. 2 базы данных.

Теперь конкретизируем функцию (11).

Наиболее распространенными являются два способа агрегирования частных показателей в один агрегированный:

- аддитивная линейная взвешенная свертка;
- мультипликативная свертка.

Рассмотрим вначале аддитивную свертку вида:

$$\Phi = C_1\Phi_1 + C_2\Phi_2, \quad (16)$$

где C_1, C_2 – экспертно выбираемые коэффициенты предпочтения (важности) частных критериев Φ_1 и Φ_2 по отношению к вкладу в сумму (16).

Здесь мы сталкиваемся с противоречивыми условиями выбора C_1 и C_2 .

С одной стороны, качество преподавательского состава переносится более-менее равномерно на всех учащихся данного образовательного учреждения, разумеется, с учетом индивидуального подхода к ним. Эта составляющая учебного процесса, измеряемая показателем Φ_1 , является ведущей и в большей степени детерминированной, чем показатель Φ_2 . Последний случайным образом зависит от индивидуальных способностей учащихся и от человеческого фактора при назначении различных наград, при получении медалей, наград на олимпиадах и конкурсах различного уровня. Следовательно, C_1 должен быть больше C_2 .

Однако с другой стороны, как видно из табл. 1 реальной базы данных, первичные показатели $\{\Phi_{1r}\}$, входящие в агрегат Φ_1 по формуле (12), и $\{\Phi_{2r}\}$, входящие в агрегат Φ_2 по формуле (14), выражаются в долях от численности работников и учащихся соответственно для данного образовательного учреждения. При этом доля медалистов и призеров и конкурсов различного уровня, характеризующих достижения учащихся, примерно на порядок ниже доли преподавателей, имеющих первую и высшую квалификационные категории, т.е. $\Phi_2 \ll \Phi_1$. Следовательно, с точки зрения чувствительности функции Φ к вариации аргумента Φ_2 , коэффициент C_1 должен быть примерно на порядок меньше C_2 , т.е. $C_1 \ll C_2$, что противоречит изложенному выше сопоставлению Φ_1 и Φ_2 в (16).

Таким образом, линейная свертка вида (16) малоинформативна в смысле одновременного учета показателей качества Φ_1 и Φ_2 .

Проанализируем мультипликативную свертку вида:

$$\Phi = \Phi_1 \cdot \Phi_2. \quad (17)$$

Эта свертка одинаково чувствительна к вариации Φ_1 и Φ_2 , поскольку при фиксации одного аргумента Φ изменяются пропорционально вариации другого аргумента с коэффициентом пропорциональности, равным значению зафиксированного аргумента.

Поэтому для построения НСМ окончательно выбираем свертку вида (17). Заметим, что функция (17) имеет структуру известной в экономике ПФ Кобба – Дугласа и обладает всеми ее свойствами.

4.1. Предварительный анализ структуры базы данных по выходным показателям и рекомендации по введению в модель качественных входных факторов

Даже беглый анализ структуры базы данных (см. табл. 1) позволяет сделать выводы о сравнении образовательных учреждений в аспекте оценки качества их работы. Заметим, что статистическая выборка, представленная в этой таблице, является достаточно репрезентативной: период наблюдения по кварталам составил 6 лет и их число равно 216.

По качественному признаку (наличие инновационных образовательных технологий, особенности контингента учащихся) выделим три группы образовательных учреждений:

- лицеи и гимназии;
- школы;
- школы-интернаты.

Вычислим средние значения обобщенного показателя качества Φ (усреднение проводится по объектам в группе и по времени наблюдения). Получим:

$$\bar{\Phi}_1 = 0,023; \bar{\Phi}_2 = 0,017; \bar{\Phi}_3 = 0,015.$$

Отношение этих величин, если за 100% принять $\bar{\Phi} = 0,023$, составит:

$$\left(\bar{\Phi}_2 / \bar{\Phi}_1\right) \cdot 100\% = 73,9\% \text{ и } \left(\bar{\Phi}_3 / \bar{\Phi}_1\right) = 65,2\%.$$

Заметно «расслоение» образовательных учреждений, которое хорошо согласуется с качественными представлениями в этой области: инновационные образовательные учреждения имеют наилучшие качественные показатели по квалификационному уровню преподавателей и по качеству успеваемости, наличию медалистов и призеров олимпиад и конкурсов высшего уровня, а школы-интернаты – наихудшие показатели. Обычные школы занимают среднее положение.

Выводы

1. Агрегированные выходные показатели Φ_1 , Φ_2 и обобщенный показатель Φ разработаны адекватно существующим представлениям в предметной области и могут быть использованы для построения НСМ.
2. «Расслоение» моделируемых объектов диктует целесообразность введения в модель двух номинальных бинарных (булевых) независимых переменных:

$$X_2 = \begin{cases} 1, & \text{если объект - лицей и гимназия;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

$$X_3 = \begin{cases} 1, & \text{если объект - школа-интернат;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Есть и альтернатива такого подхода: выбрать три кластера (три группы, указанные выше) и для них строить три независимые НСМ. Но здесь можно ожидать проявления проблемы дефицита наблюдений в кластерах и ухудшения обучения и тестирования. Поэтому мы отдали предпочтение построению общей НСМ с введением бинарных независимых переменных. Заметим, что если увеличить число бинарных переменных, то можно расширить номенклатуру моделируемых объектов, т.е. рассмотреть музыкальные образовательные учреждения и др.

4.2. Спецификация входных (независимых) переменных

Помимо указанных бинарных переменных X_2 и X_3 , для формирования «русел» введем переменные, ответственные за динамику модели и влияние на выходные показатели качества Φ_1 , Φ_2 и Φ .

Динамику модели учтем введением отдельной независимой переменной (входного фактора) – текущего относительного времени X_1 :

$$X_1 = t_k / T; \quad k = 1, 2, \dots, N.$$

К сожалению, введение лаговых переменных, учитывающих предысторию процесса («медленное время») для базы данных из табл. 1 невозможно, поскольку выходные показатели качества в силу своей специфики измеримы только раз в год. В базе данных они условно пролонгированы по кварталам.

Приведем главные эвристические соображения по выбору остальных входных факторов.

Безусловно, фонд оплаты труда (ФОТ) и начисления на оплату труда учителей и обслуживающего персонала напрямую связаны с квалификацией учителей (показателем Φ_1) и косвенно с показателем Φ_2 , характеризующим качество знаний. Поэтому введем входной фактор X_4 – относительное значение фонда оплаты труда и начислений на фонд оплаты труда, приходящийся на одного работника в течение квартала, руб./чел.

Уровень материального обеспечения учебного процесса, безусловно, также оказывает влияние на усвоение учебного материала, поскольку этот уровень создает минимальный комфорт в классах, обеспечивает образовательные технологии вычислительной техникой, приборами, учебными пособиями и т.д. Немаловажную роль играют расходы на проведение конкурсов, олимпиад, смотров, экскурсий.

Уровень материального обеспечения учебного процесса характеризуется в основном двумя факторами:

- X_5 – расход средств на содержание одного ученика в течение года, тыс. руб./чел.;
- X_6 – общая сумма расходов данного образовательного учреждения за квартал, тыс. руб.

Заметим, что фактор X_6 характеризует масштаб деятельности учреждения. Доходы учреждений от предпринимательской деятельности незначительны (составляют примерно 4% от бюджетных расходов) и практически одинаковы для всех девяти объектов из рассматриваемого кластера. Данный фактор не будем вводить в модель, поскольку он неинформативен.

Таким образом постановку задачи прогнозирования по многофакторной нелинейной НСМ можно считать выполненной. Соответствующая база данных пространственно-временного типа приведена в табл. 2.

5. БАЗА ДАННЫХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ НЕЙРОСЕТОВОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Исходная база данных показана в табл. 1 и 2. В табл. 1 приведены значения выходных показателей качества и входных факторов для девяти объектов – общеобразовательных учреждений – для абсолютных единиц измерения за период с 2002 по 2008 г. включительно.

По данным табл. 1 рассчитаны агрегированные показатели Φ_1 и Φ_2 и обобщенный показатель Φ качества работы образовательных учреждений. Все показатели выражены в безразмерных (относительных) единицах, что, как известно, повышает информированность базы данных и облегчает обучение НСМ. Табл. 1 упорядочена по вре-

мени наблюдения (по кварталам) для каждого объекта. Всего табл. 1 содержит $4 * 6 = 24$ временных дискрет и 216 сквозных номеров записей (строк – кортежей). Текущее время наблюдения t_k равно номеру квартала, деленному на период наблюдения $T = 24$ квартала.

В табл. 2 сформирована база данных в формате, требуемом для построения НСМ. Здесь для получения динамической НСМ. Время t_k включено в модель как независимый фактор. Спецификация независимых переменных $X_1, \dots, X_j, \dots, X_n$ реализована с позиций формирования «русел».

6. ВЗАИМОСВЯЗЬ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО БАЗИСА С ОБЩЕСИСТЕМНЫМИ ЗАКОНАМИ КИБЕРНЕТИКИ

Концептуальный базис разрабатывался на основе комбинированного системного синергетического информационного подхода с использованием общесистемных законов кибернетики [15].

Таблица 1

СФОРМИРОВАННАЯ БАЗА ДАННЫХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ НСМ КЛАСТЕРА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ (СПЕЦИФИКАЦИЯ ЗАВИСИМЫХ ПЕРЕМЕННЫХ)

Номер объекта S	Сквозной номер наблюдения i	Номер временного интервала наблюдения (квартала) $t_k = k/T$	Первичные показатели качества $\{\Phi_{vr}\}; v = 1, 2; \Gamma = \overline{1, 5}$								Агрегат Φ_1	Агрегат Φ_2	Обобщенный показатель $\Phi = \Phi_1 \cdot \Phi_2$
			Φ_{11}	Φ_{12}	Φ_{13}	Φ_{21}	Φ_{22}	Φ_{23}	Φ_{24}	Φ_{25}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	0,0417	0,836	0,071	0,17	0,47	0,207	0,0018	0,6	0,0162	0,3636	0,06344	0,02306
2	2	0,0833	0,836	0,071	0,17	0,47	0,207	0,0018	0,6	0,0162	0,64	0,0634	0,0231
3	3	0,125	0,836	0,071	0,17	0,47	0,207	0,0018	0,6	0,0162	0,364	0,0634	0,0231
4	4	0,166	0,836	0,071	0,17	0,47	0,207	0,0018	0,6	0,0162	0,364	0,0634	0,0231
5	5	0,208	0,843	0,0758	0,234	0,474	0,0206	0,00093	0,6	0,021	0,2846	0,0678	0,01929
6	6	0,25	0,843	0,0758	0,234	0,474	0,0206	0,00093	0,6	0,021	0,285	0,0678	0,0193
7	7	0,292	0,843	0,0758	0,234	0,474	0,0206	0,00093	0,6	0,021	0,285	0,0678	0,0193
8	8	0,333	0,843	0,0758	0,234	0,474	0,0206	0,00093	0,6	0,021	0,285	0,0678	0,0193
9	9	0,375	0,855	0,0789	0,251	0,458	0,0203	0,002	0,6	0,024	0,614	0,06477	0,03977
10	10	0,417	0,855	0,0789	0,251	0,458	0,0203	0,002	0,6	0,024	0,614	0,06477	0,0398
11	11	0,458	0,855	0,0789	0,251	0,458	0,0203	0,002	0,6	0,024	0,614	0,0648	0,0398
12	12	0,5	0,855	0,0789	0,251	0,458	0,0203	0,002	0,6	0,024	0,614	0,0648	0,0398
13	13	0,542	0,842	0,0818	0,308	0,502	0,025	0,0033	0,61	0,024	0,313	0,06917	0,02165
14	14	0,583	0,842	0,0818	0,308	0,502	0,025	0,0033	0,61	0,024	0,313	0,0692	0,0217
15	15	0,625	0,842	0,0818	0,308	0,502	0,025	0,0033	0,61	0,024	0,313	0,0692	0,0217
16	16	0,666	0,842	0,0818	0,308	0,502	0,025	0,0033	0,61	0,024	0,313	0,0692	0,0217
17	17	0,708	0,862	0,0976	0,311	0,482	0,022	0,0022	0,64	0,023	0,3252	0,06823	0,02219
18	18	0,75	0,862	0,0976	0,311	0,482	0,022	0,0022	0,64	0,023	0,325	0,0682	0,0222
19	19	0,792	0,862	0,0976	0,311	0,482	0,022	0,0022	0,64	0,023	0,325	0,0682	0,0222
20	20	0,833	0,862	0,0976	0,311	0,482	0,022	0,0022	0,64	0,023	0,325	0,0682	0,0222
21	21	0,875	0,829	0,097	0,339	0,487	0,00245	0,0023	0,66	0,027	0,3281	0,06563	0,02153
22	22	0,917	0,829	0,097	0,339	0,487	0,00245	0,0023	0,66	0,027	0,328	0,0656	0,0215
23	23	0,958	0,829	0,097	0,339	0,487	0,00245	0,0023	0,66	0,027	0,328	0,0656	0,0215
24	24	1,0	0,829	0,097	0,339	0,487	0,00245	0,0023	0,66	0,027	0,328	0,0656	0,0215
25	25	0,0417	0,848	0,072	0,176	0,463	0,0207	0,0018	0,62	0,016	0,2636	0,0640	0,01687
26	26	0,0833	0,848	0,072	0,176	0,463	0,0207	0,0018	0,62	0,016	0,264	0,064	0,019
27	27	0,125	0,848	0,072	0,176	0,463	0,0207	0,0018	0,62	0,016	0,264	0,064	0,019
28	28	0,166	0,848	0,072	0,176	0,463	0,0207	0,0018	0,62	0,016	0,264	0,064	0,019
29	29	0,208	0,837	0,093	0,24	0,458	0,0206	0,00093	0,6	0,021	0,2932	0,06367	0,01867
30	30	0,25	0,837	0,093	0,24	0,458	0,0206	0,00093	0,6	0,021	0,293	0,0637	0,0187
31	31	0,292	0,837	0,093	0,24	0,458	0,0206	0,00093	0,6	0,021	0,293	0,0637	0,0187
32	32	0,333	0,837	0,093	0,24	0,458	0,0206	0,00093	0,6	0,021	0,293	0,0637	0,0187
33	33	0,375	0,86	0,0853	0,255	0,452	0,0203	0,002	0,6	0,024	0,2996	0,06447	0,01931
34	34	0,417	0,86	0,0853	0,255	0,452	0,0203	0,002	0,6	0,024	0,3	0,0645	0,0193

1	2	3	Первичные показатели качества $\{\Phi_{vr}\}; v = 1, 2; \Gamma = 1, 5$								12	13	14
			4	5	6	7	8	9	10	11			
2	35	0,458	0,86	0,0853	0,255	0,452	0,0203	0,002	0,6	0,024	0,3	0,0645	0,0193
	36	0,5	0,86	0,0853	0,255	0,452	0,0203	0,002	0,6	0,024	0,3	0,0645	0,0193
	37	0,542	0,857	0,105	0,308	0,487	0,025	0,0033	0,61	0,025	0,3264	0,06867	0,02241
	38	0,583	0,857	0,105	0,308	0,487	0,025	0,0033	0,61	0,025	0,326	0,0687	0,0224
	39	0,625	0,857	0,105	0,308	0,487	0,025	0,0033	0,61	0,025	0,326	0,0687	0,0224
	40	0,666	0,857	0,105	0,308	0,487	0,025	0,0033	0,61	0,025	0,326	0,0687	0,0224
	41	0,708	0,848	0,101	0,311	0,475	0,022	0,0022	0,64	0,024	0,3239	0,06813	0,02207
	42	0,75	0,848	0,101	0,311	0,475	0,022	0,0022	0,64	0,024	0,324	0,0681	0,0221
	43	0,792	0,848	0,101	0,311	0,475	0,022	0,0022	0,64	0,024	0,324	0,0681	0,0221
	44	0,833	0,848	0,101	0,311	0,475	0,022	0,0022	0,64	0,024	0,324	0,0681	0,0221
	45	0,875	0,855	0,109	0,34	0,483	0,0245	0,0023	0,66	0,027	0,3390	0,07094	0,02404
	46	0,917	0,855	0,109	0,34	0,483	0,0245	0,0023	0,66	0,027	0,339	0,0709	0,024
47	0,958	0,855	0,109	0,34	0,483	0,0245	0,0023	0,66	0,027	0,339	0,0709	0,024	
48	1,0	0,855	0,109	0,34	0,483	0,0245	0,0023	0,66	0,027	0,339	0,0709	0,024	
3	49	0,0417	0,845	0,073	0,17	0,459	0,017	0,002	0,61	0,006	0,2613	0,06	0,01568
	50	0,0833	0,845	0,073	0,17	0,459	0,017	0,002	0,61	0,006	0,261	0,06	0,0157
	51	0,125	0,845	0,073	0,17	0,459	0,017	0,002	0,61	0,006	0,261	0,06	0,0157
	52	0,166	0,845	0,073	0,17	0,459	0,017	0,002	0,61	0,006	0,261	0,06	0,0157
	53	0,208	0,857	0,0793	0,238	0,462	0,0167	0,001	0,6	0,0073	0,2904	0,0595	0,01728
	54	0,25	0,857	0,0793	0,238	0,462	0,0167	0,001	0,6	0,0073	0,29	0,0595	0,0173
	55	0,292	0,857	0,0793	0,238	0,462	0,0167	0,001	0,6	0,0073	0,29	0,0595	0,0173
	56	0,333	0,857	0,0793	0,238	0,462	0,0167	0,001	0,6	0,0073	0,29	0,0595	0,0173
	57	0,375	0,838	0,0769	0,246	0,447	0,0174	0,0023	0,6	0,007	0,2883	0,05937	0,0171
	58	0,417	0,838	0,0769	0,246	0,447	0,0174	0,0023	0,6	0,007	0,288	0,0594	0,0171
	59	0,458	0,838	0,0769	0,246	0,447	0,0174	0,0023	0,6	0,007	0,288	0,0594	0,0171
	60	0,5	0,838	0,0769	0,246	0,447	0,0174	0,0023	0,6	0,007	0,288	0,0594	0,0171
	61	0,542	0,847	0,0869	0,311	0,49	0,0197	0,0024	0,61	0,0061	0,3173	0,06241	0,01980
	62	0,583	0,847	0,0869	0,311	0,49	0,0197	0,0024	0,61	0,0061	0,317	0,0624	0,0198
63	0,625	0,847	0,0869	0,311	0,49	0,0197	0,0024	0,61	0,0061	0,317	0,0624	0,0198	
64	0,666	0,847	0,0869	0,311	0,49	0,0197	0,0024	0,61	0,0061	0,317	0,0624	0,0198	
65	0,708	0,852	0,0915	0,31	0,47	0,0127	0	0,64	0,0063	0,3201	0,06025	0,01929	
66	0,75	0,852	0,0915	0,31	0,47	0,0127	0	0,64	0,0063	0,3201	0,0602	0,0193	
67	0,792	0,852	0,0915	0,31	0,47	0,0127	0	0,64	0,0063	0,3201	0,0602	0,0193	
68	0,833	0,852	0,0915	0,31	0,47	0,0127	0	0,64	0,0063	0,3201	0,0602	0,0193	
69	0,875	0,851	0,0922	0,34	0,475	0,014	0,0013	0,63	0,0065	0,3307	0,0609	0,02013	
70	0,917	0,851	0,0922	0,34	0,475	0,014	0,0013	0,63	0,0065	0,3307	0,0609	0,0201	
71	0,958	0,851	0,0922	0,34	0,475	0,014	0,0013	0,63	0,0065	0,3307	0,0609	0,0201	
72	1,0	0,851	0,0922	0,34	0,475	0,014	0,0013	0,63	0,0065	0,3307	0,0609	0,0201	
4	73	0,0417	0,843	0,0784	0,176	0,426	0,0161	0	0,6	0,0021	0,2655	0,05585	0,01483
	74	0,0833	0,843	0,0784	0,176	0,426	0,0161	0	0,6	0,0021	0,265	0,0558	0,0148
	75	0,125	0,843	0,0784	0,176	0,426	0,0161	0	0,6	0,0021	0,265	0,0558	0,0148
	76	0,166	0,843	0,0784	0,176	0,426	0,0161	0	0,6	0,0021	0,262	0,0558	0,0148
	77	0,208	0,857	0,0857	0,238	0,429	0,0172	0,0015	0,61	0,0034	0,2933	0,0577	0,01692
	78	0,25	0,857	0,0857	0,238	0,429	0,0172	0,0015	0,61	0,0034	0,293	0,0577	0,0169
	79	0,292	0,857	0,0857	0,238	0,429	0,0172	0,0015	0,61	0,0034	0,293	0,0577	0,0169
	80	0,333	0,857	0,0857	0,238	0,429	0,0172	0,0015	0,61	0,0034	0,293	0,0577	0,0169
	81	0,375	0,836	0,08818	0,246	0,425	0,0169	0	0,6	0,0048	0,2901	0,05667	0,01644
	82	0,417	0,836	0,08818	0,246	0,425	0,0169	0	0,6	0,0048	0,29	0,0567	0,0164
	83	0,458	0,836	0,08818	0,246	0,425	0,0169	0	0,6	0,0048	0,29	0,0567	0,0164
	84	0,5	0,836	0,08818	0,246	0,425	0,0169	0	0,6	0,0048	0,29	0,0567	0,0164
	85	0,542	0,83	0,093	0,313	0,435	0,015	0,0016	0,62	0,0025	0,3174	0,05776	0,01833
	86	0,583	0,83	0,093	0,313	0,435	0,015	0,0016	0,62	0,0025	0,317	0,0578	0,0183
87	0,625	0,83	0,093	0,313	0,435	0,015	0,0016	0,62	0,0025	0,317	0,0578	0,0183	
88	0,666	0,83	0,093	0,313	0,435	0,015	0,0016	0,62	0,0025	0,317	0,0578	0,0183	
89	0,708	0,836	0,0984	0,311	0,437	0,0164	0	0,65	0,004	0,3203	0,05945	0,01904	
90	0,75	0,836	0,0984	0,311	0,437	0,0164	0	0,65	0,004	0,32	0,0594	0,019	
91	0,792	0,836	0,0984	0,311	0,437	0,0164	0	0,65	0,004	0,32	0,0594	0,019	
92	0,833	0,836	0,0984	0,311	0,437	0,0164	0	0,65	0,004	0,32	0,0594	0,019	
93	0,875	0,852	0,0901	0,344	0,441	0,021	0	0,65	0,0056	0,3313	0,0612	0,02027	
94	0,917	0,852	0,0901	0,344	0,441	0,021	0	0,65	0,0056	0,331	0,0612	0,0203	
95	0,958	0,852	0,0901	0,344	0,441	0,021	0	0,65	0,0056	0,331	0,0612	0,0203	
96	1,0	0,852	0,0901	0,344	0,441	0,021	0	0,65	0,0056	0,331	0,0612	0,0203	

Номер объекта S	Сквозной номер наблюдения i	Номер временного интервала наблюдения (квартала) $t_k = k/T$	Первичные показатели качества $\{\Phi_{vr}\}; v = 1, 2; \Gamma = 1, 5$									Агрегат Φ_1	Агрегат Φ_2	Обобщенный показатель $\Phi = \Phi_1 \cdot \Phi_2$
			Φ_{11}	Φ_{12}	Φ_{13}	Φ_{21}	Φ_{22}	Φ_{23}	Φ_{24}	Φ_{25}				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
5	97	0,0417	0,85	0,0804	0,172	0,33	0,0126	0	0,62	0	0,2664	0,04829	0,01286	
	98	0,0833	0,85	0,0804	0,172	0,33	0,0126	0	0,62	0	0,266	0,0483	0,0129	
	99	0,125	0,85	0,0804	0,172	0,33	0,0126	0	0,62	0	0,266	0,0483	0,0129	
	100	0,166	0,85	0,0804	0,172	0,33	0,0126	0	0,62	0	0,266	0,0483	0,0129	
	101	0,208	0,888	0,0899	0,236	0,333	0,0146	0,0015	0,6	0,0015	0,3006	0,05127	0,01541	
	102	0,25	0,888	0,0899	0,236	0,333	0,0146	0,0015	0,6	0,0015	0,301	0,0513	0,0154	
	103	0,292	0,888	0,0899	0,236	0,333	0,0146	0,0015	0,6	0,0015	0,301	0,0513	0,0154	
	104	0,333	0,888	0,0899	0,236	0,333	0,0146	0,0015	0,6	0,0015	0,301	0,0513	0,0154	
	105	0,375	0,843	0,0729	0,234	0,322	0,013	0	0,6	0,0016	0,2833	0,04975	0,01409	
	106	0,417	0,843	0,0729	0,234	0,322	0,013	0	0,6	0,0016	0,283	0,0498	0,0141	
	107	0,458	0,843	0,0729	0,234	0,322	0,013	0	0,6	0,0016	0,283	0,0498	0,0141	
	108	0,5	0,843	0,0729	0,234	0,322	0,013	0	0,6	0,0016	0,283	0,0498	0,0141	
	109	0,542	0,85	0,0841	0,308	0,352	0,0149	0,0016	0,61	0	0,3156	0,05246	0,01656	
	110	0,583	0,85	0,0841	0,308	0,352	0,0149	0,0016	0,61	0	0,3156	0,05246	0,01656	
	111	0,625	0,85	0,0841	0,308	0,352	0,0149	0,0016	0,61	0	0,3156	0,05246	0,01656	
	112	0,666	0,85	0,0841	0,308	0,352	0,0149	0,0016	0,61	0	0,3156	0,05246	0,01656	
	113	0,708	0,854	0,0909	0,309	0,338	0,0124	0	0,64	0,0018	0,3198	0,05245	0,01677	
	114	0,75	0,854	0,0909	0,309	0,338	0,0124	0	0,64	0,0018	0,32	0,0524	0,0168	
	115	0,792	0,854	0,0909	0,309	0,338	0,0124	0	0,64	0,0018	0,32	0,0524	0,0168	
	116	0,833	0,854	0,0909	0,309	0,338	0,0124	0	0,64	0,0018	0,32	0,0524	0,0168	
117	0,875	0,856	0,108	0,342	0,342	0,02	0	0,63	0,0036	0,3395	0,0545	0,0185		
118	0,917	0,856	0,108	0,342	0,342	0,02	0	0,63	0,0036	0,339	0,0545	0,0185		
119	0,958	0,856	0,108	0,342	0,342	0,02	0	0,63	0,0036	0,339	0,0545	0,0185		
120	1,0	0,856	0,108	0,342	0,342	0,02	0	0,63	0,0036	0,339	0,0545	0,0185		
6	121	0,0417	0,85	0,08	0,17	0,432	0,0094	0,0094	0,59	0,0019	0,2655	0,05592	0,01485	
	122	0,0833	0,85	0,08	0,17	0,432	0,0094	0,0094	0,59	0,0019	0,265	0,056	0,0148	
	123	0,125	0,85	0,08	0,17	0,432	0,0094	0,0094	0,59	0,0019	0,265	0,056	0,0148	
	124	0,166	0,85	0,08	0,17	0,432	0,0094	0,0094	0,59	0,0019	0,265	0,056	0,0148	
	125	0,208	0,83	0,09	0,24	0,436	0,0109	0	0,6	0,004	0,2905	0,05552	0,01613	
	126	0,25	0,83	0,09	0,24	0,436	0,0109	0	0,6	0,004	0,29	0,0555	0,0161	
	127	0,292	0,83	0,09	0,24	0,436	0,0109	0	0,6	0,004	0,29	0,0555	0,0161	
	128	0,333	0,83	0,09	0,24	0,436	0,0109	0	0,6	0,004	0,29	0,0555	0,0161	
	129	0,375	0,838	0,0762	0,245	0,421	0,011	0,0011	0,6	0,0055	0,2876	0,05606	0,01612	
	130	0,417	0,838	0,0762	0,245	0,421	0,011	0,0011	0,6	0,0055	0,288	0,0561	0,161	
	131	0,458	0,838	0,0762	0,245	0,421	0,011	0,0011	0,6	0,0055	0,288	0,0561	0,161	
	132	0,5	0,838	0,0762	0,245	0,421	0,011	0,0011	0,6	0,0055	0,288	0,0561	0,161	
	133	0,542	0,836	0,091	0,308	0,461	0,0124	0,0022	0,61	0,0022	0,3159	0,05808	0,01835	
	134	0,583	0,836	0,091	0,308	0,461	0,0124	0,0022	0,61	0,0022	0,316	0,0581	0,0183	
	135	0,6	0,836	0,091	0,308	0,461	0,0124	0,0022	0,61	0,0022	0,316	0,0581	0,0183	
	136	0,666	0,836	0,091	0,308	0,461	0,0124	0,0022	0,61	0,0022	0,316	0,0581	0,0183	
	137	0,708	0,85	0,0965	0,307	0,443	0,0096	0,0012	0,64	0,0036	0,3209	0,05793	0,01869	
	138	0,75	0,85	0,0965	0,307	0,443	0,0096	0,0012	0,64	0,0036	0,3209	0,058	0,0186	
	139	0,792	0,85	0,0965	0,307	0,443	0,0096	0,0012	0,64	0,0036	0,3209	0,058	0,0186	
	140	0,833	0,85	0,0965	0,307	0,443	0,0096	0,0012	0,64	0,0036	0,3209	0,058	0,0186	
	141	0,875	0,852	0,0956	0,339	0,447	0,011	0,0012	0,64	0,0049	0,3321	0,0588	0,01953	
	142	0,917	0,852	0,0956	0,339	0,447	0,011	0,0012	0,64	0,0049	0,3321	0,0588	0,0195	
	143	0,958	0,852	0,0956	0,339	0,447	0,011	0,0012	0,64	0,0049	0,3321	0,0588	0,0195	
	144	1,0	0,852	0,0956	0,339	0,447	0,011	0,0012	0,64	0,0049	0,3321	0,0588	0,0195	
7	145	0,0417	0,843	0,0729	0,177	0,401	0,0054	0	0,62	0,0011	0,2633	0,05267	0,01387	
	146	0,0833	0,843	0,0729	0,177	0,401	0,0054	0	0,62	0,0011	0,263	0,0527	0,0139	
	147	0,125	0,843	0,0729	0,177	0,401	0,0054	0	0,62	0,0011	0,263	0,0527	0,0139	
	148	0,166	0,843	0,0729	0,177	0,401	0,0054	0	0,62	0,0011	0,263	0,0527	0,0139	
	149	0,208	0,866	0,0928	0,237	0,404	0,0068	0	0,6	0,0023	0,2979	0,05247	0,01563	
	150	0,25	0,866	0,0928	0,237	0,404	0,0068	0	0,6	0,0023	0,2979	0,05247	0,01563	
	151	0,292	0,866	0,0928	0,237	0,404	0,0068	0	0,6	0,0023	0,2979	0,05247	0,01563	
	152	0,333	0,866	0,0928	0,237	0,404	0,0068	0	0,6	0,0023	0,2979	0,05247	0,01563	
	153	0,375	0,838	0,0857	0,237	0,39	0,0051	0,0013	0,6	0,0025	0,2891	0,0514	0,01486	
	154	0,417	0,838	0,0857	0,237	0,39	0,0051	0,0013	0,6	0,0025	0,2891	0,0514	0,01486	
	155	0,458	0,838	0,0857	0,237	0,39	0,0051	0,0013	0,6	0,0025	0,2891	0,0514	0,01486	
	156	0,5	0,838	0,0857	0,237	0,39	0,0051	0,0013	0,6	0,0025	0,2891	0,0514	0,01486	
	157	0,542	0,85	0,0965	0,307	0,428	0,0066	0,00133	0,61	0,0013	0,3208	0,05441	0,01745	
	158	0,583	0,85	0,0965	0,307	0,428	0,0066	0,00133	0,61	0,0013	0,3208	0,05441	0,01745	

Номер объекта S	Сквозной номер наблюдения i	Номер временного интервала наблюдения (квартала) $t_k = k/T$	Первичные показатели качества $\{\Phi_{vr}\}; v = 1, 2; \Gamma = 1, 5$								Агрегат Φ_1	Агрегат Φ_2	Обобщенный показатель $\Phi = \Phi_1 \cdot \Phi_2$
			Φ_{11}	Φ_{12}	Φ_{13}	Φ_{21}	Φ_{22}	Φ_{23}	Φ_{24}	Φ_{25}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
7	159	0,625	0,85	0,0965	0,307	0,428	0,0066	0,00133	0,61	0,0013	0,3208	0,05441	0,01745
	160	0,666	0,85	0,0965	0,307	0,428	0,0066	0,00133	0,61	0,0013	0,3208	0,05441	0,01745
	161	0,708	0,855	0,102	0,316	0,41	0,0041	0	0,64	0,0028	0,3275	0,05422	0,01776
	162	0,75	0,855	0,102	0,316	0,41	0,0041	0	0,64	0,0028	0,3275	0,05422	0,01776
	163	0,792	0,855	0,102	0,316	0,41	0,0041	0	0,64	0,0028	0,3275	0,05422	0,01776
	164	0,833	0,855	0,102	0,316	0,41	0,0041	0	0,64	0,0028	0,3275	0,05422	0,01776
	165	0,875	0,864	0,0932	0,338	0,42	0,0057	0	0,63	0,0014	0,333	0,05427	0,01807
	166	0,917	0,864	0,0932	0,338	0,42	0,0057	0	0,63	0,0014	0,333	0,05427	0,01807
	167	0,958	0,864	0,0932	0,338	0,42	0,0057	0	0,63	0,0014	0,333	0,05427	0,01807
	168	1,0	0,864	0,0932	0,338	0,42	0,0057	0	0,63	0,0014	0,333	0,05427	0,01807
8	169	0,0417	0,845	0,0536	0,174	0,391	0,0028	0	0,62	0	0,254	0,05125	0,013
	170	0,0833	0,845	0,0536	0,174	0,391	0,0028	0	0,62	0	0,254	0,05125	0,013
	171	0,125	0,845	0,0536	0,174	0,391	0,0028	0	0,62	0	0,254	0,05125	0,013
	172	0,166	0,845	0,0536	0,174	0,391	0,0028	0	0,62	0	0,254	0,05125	0,013
	173	0,208	0,86	0,06	0,24	0,389	0,0045	0,0015	0,6	0,0015	0,257	0,05155	0,01325
	174	0,25	0,86	0,06	0,24	0,389	0,0045	0,0015	0,6	0,0015	0,257	0,05155	0,01325
	175	0,292	0,86	0,06	0,24	0,389	0,0045	0,0015	0,6	0,0015	0,257	0,05155	0,01325
	176	0,333	0,86	0,06	0,24	0,389	0,0045	0,0015	0,6	0,0015	0,257	0,05155	0,01325
	177	0,375	0,84	0,0576	0,237	0,381	0,0033	0	0,6	0	0,2769	0,04987	0,01381
	178	0,417	0,84	0,0576	0,237	0,381	0,0033	0	0,6	0	0,2769	0,04987	0,01381
	179	0,458	0,84	0,0576	0,237	0,381	0,0033	0	0,6	0	0,2769	0,04987	0,01381
	180	0,5	0,84	0,0576	0,237	0,381	0,0033	0	0,6	0	0,2769	0,04987	0,01381
	181	0,542	0,838	0,0694	0,312	0,418	0,0051	0,00175	0,61	0	0,308	0,05337	0,01643
	182	0,583	0,838	0,0694	0,312	0,418	0,0051	0,00175	0,61	0	0,308	0,05337	0,01643
	183	0,625	0,838	0,0694	0,312	0,418	0,0051	0,00175	0,61	0	0,308	0,05337	0,01643
	184	0,666	0,838	0,0694	0,312	0,418	0,0051	0,00175	0,61	0	0,308	0,05337	0,01643
	185	0,708	0,849	0,0726	0,313	0,401	0,0018	0	0,64	0,0018	0,312	0,05415	0,01689
	186	0,75	0,849	0,0726	0,313	0,401	0,0018	0	0,64	0,0018	0,312	0,05415	0,01689
	187	0,792	0,849	0,0726	0,313	0,401	0,0018	0	0,64	0,0018	0,312	0,05415	0,01689
	188	0,833	0,849	0,0726	0,313	0,401	0,0018	0	0,64	0,0018	0,312	0,05415	0,01689
	189	0,875	0,859	0,0674	0,342	0,405	0,0037	0,0019	0,63	0,0037	0,3215	0,05436	0,01748
	190	0,917	0,859	0,0674	0,342	0,405	0,0037	0,0019	0,63	0,0037	0,3215	0,05436	0,01748
	191	0,958	0,859	0,0674	0,342	0,405	0,0037	0,0019	0,63	0,0037	0,3215	0,05436	0,01748
	192	1,0	0,859	0,0674	0,342	0,405	0,0037	0,0019	0,63	0,0037	0,3215	0,05436	0,01748
9	193	0,0417	0,846	0,0489	0,175	0,383	0,0038	0	0,57	0	0,2524	0,0486	0,01227
	194	0,0833	0,846	0,0489	0,175	0,383	0,0038	0	0,57	0	0,2524	0,0486	0,01227
	195	0,125	0,846	0,0489	0,175	0,383	0,0038	0	0,57	0	0,2524	0,0486	0,01227
	196	0,166	0,846	0,0489	0,175	0,383	0,0038	0	0,57	0	0,2524	0,0486	0,01227
	197	0,208	0,864	0,068	0,238	0,386	0,004	0	0,6	0,0014	0,2867	0,05065	0,01425
	198	0,25	0,864	0,068	0,238	0,386	0,004	0	0,6	0,0014	0,2867	0,05065	0,01425
	199	0,292	0,864	0,068	0,238	0,386	0,004	0	0,6	0,0014	0,2867	0,05065	0,01425
	200	0,333	0,864	0,068	0,238	0,386	0,004	0	0,6	0,0014	0,2867	0,05065	0,01425
	201	0,375	0,841	0,0696	0,244	0,374	0,0014	0,0015	0,6	0,015	0,2849	0,05002	0,01425
	202	0,417	0,841	0,0696	0,244	0,374	0,0014	0,0015	0,6	0,015	0,2849	0,05002	0,01425
	203	0,458	0,841	0,0696	0,244	0,374	0,0014	0,0015	0,6	0,015	0,2849	0,05002	0,01425
	204	0,5	0,841	0,0696	0,244	0,374	0,0014	0,0015	0,6	0,015	0,2849	0,05002	0,01425
	205	0,542	0,827	0,0774	0,309	0,395	0,0016	0	0,61	0	0,3084	0,05065	0,01562
	206	0,583	0,827	0,0774	0,309	0,395	0,0016	0	0,61	0	0,3084	0,05065	0,01562
207	0,625	0,827	0,0774	0,309	0,395	0,0016	0	0,61	0	0,3084	0,05065	0,01562	
208	0,666	0,827	0,0774	0,309	0,395	0,0016	0	0,61	0	0,3084	0,05065	0,01562	
209	0,708	0,855	0,0809	0,312	0,393	0,0016	0	0,64	0	0,3166	0,05205	0,01648	
210	0,75	0,855	0,0809	0,312	0,393	0,0016	0	0,64	0	0,3166	0,05205	0,01648	
211	0,792	0,855	0,0809	0,312	0,393	0,0016	0	0,64	0	0,3166	0,05205	0,01648	
212	0,833	0,855	0,0809	0,312	0,393	0,0016	0	0,64	0	0,3166	0,05205	0,01648	
213	0,875	0,855	0,0639	0,343	0,4	0,0051	0	0,63	0,0016	0,3197	0,05317	0,017	
214	0,917	0,855	0,0639	0,343	0,4	0,0051	0	0,63	0,0016	0,3197	0,05317	0,017	
215	0,958	0,855	0,0639	0,343	0,4	0,0051	0	0,63	0,0016	0,3197	0,05317	0,017	
216	1,0	0,855	0,0639	0,343	0,4	0,0051	0	0,63	0,0016	0,3197	0,05317	0,017	

Таблица 2

ПРЕОБРАЗОВАННАЯ БАЗА ДАННЫХ КЛАСТЕРА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ НСМ

Номер объекта S	Сквозной номер наблюдения i	Текущее время наблюдения X_1	X_2	X_3	X_4 , тыс. руб/чел.	X_5 , тыс. руб/чел.	X_6 , тыс. руб/чел.	Φ_1	Φ_2	Φ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0,0417	1	0	12,45	3,25	2189	0,364	0,0634	0,0231
	2	0,0833	1	0	13,1	3,25	2295	0,364	0,0634	0,0231
	3	0,125	1	0	3,7	3,25	653,4	0,364	0,0634	0,0231
	4	0,166	1	0	17,2	3,25	3030	0,364	0,0634	0,0231
	5	0,208	1	0	12,7	4,38	2297	0,285	0,0678	0,0193
	6	0,25	1	0	15,2	4,38	2749	0,285	0,0678	0,0193
	7	0,292	1	0	3,97	4,38	718,3	0,285	0,0678	0,0193
	8	0,333	1	0	17,2	4,38	3104	0,285	0,0678	0,0193
	9	0,375	1	0	12,6	5,21	2394	0,614	0,0678	0,0193
	10	0,417	1	0	14,5	5,21	2743	0,614	0,0678	0,0193
	11	0,458	1	0	4,03	5,21	765,7	0,614	0,0678	0,0193
	12	0,5	1	0	20,0	5,21	3789	0,614	0,0678	0,0193
	13	0,542	1	0	13,2	5,98	2619	0,313	0,0692	0,0216
	14	0,583	1	0	15,9	5,98	3143	0,313	0,0692	0,0216
	15	0,625	1	0	3,7	5,98	733,4	0,313	0,0692	0,0216
	16	0,666	1	0	20,1	5,98	3981	0,313	0,0692	0,0216
	17	0,708	1	0	14,1	6,78	2893	0,325	0,0682	0,0222
	18	0,75	1	0	16,4	6,78	3360	0,325	0,0682	0,0222
	19	0,792	1	0	4,1	6,78	831,4	0,325	0,0682	0,0222
	20	0,833	1	0	21,0	6,78	4305	0,325	0,0682	0,0222
2	21	0,0417	1	0	12,55	3,26	2110	0,264	0,064	0,0169
	22	0,0833	1	0	15,1	3,26	2532	0,264	0,064	0,0169
	23	0,125	1	0	4,52	3,26	759,7	0,264	0,064	0,0169
	24	0,166	1	0	18,1	3,26	3039	0,264	0,064	0,0169
	25	0,208	1	0	16,5	4,39	2863	0,293	0,0637	0,0187
	26	0,25	1	0	16,9	4,39	2933	0,293	0,0637	0,0187
	27	0,292	1	0	0,93	4,39	261,3	0,293	0,0637	0,0187
	28	0,333	1	0	18,5	4,39	3208	0,293	0,0637	0,0187
	29	0,375	1	0	15,0	5,18	2604	0,300	0,0645	0,0193
	30	0,417	1	0	16,74	5,18	2905	0,300	0,0645	0,0193
	31	0,458	1	0	4,6	5,18	801,3	0,300	0,0645	0,0193
	32	0,5	1	0	21,4	5,18	3706	0,300	0,0645	0,0193
	33	0,542	1	0	17,5	6,55	3140	0,326	0,0687	0,0224
	34	0,583	1	0	15,7	6,55	2815	0,326	0,0687	0,0224
	35	0,625	1	0	4,84	6,55	866,3	0,326	0,0687	0,0224
	36	0,666	1	0	23,7	6,55	4234	0,326	0,0687	0,0224
	37	0,708	1	0	16,5	6,87	3060	0,324	0,0681	0,0221
	38	0,75	1	0	18,4	6,87	3413	0,324	0,0681	0,0221
	39	0,792	1	0	5,07	6,87	941,6	0,324	0,0681	0,0221
	40	0,833	1	0	23,5	6,87	4355	0,324	0,0681	0,0221
3	41	0,0417	0	0	14,28	3,16	2279	0,261	0,06	0,0157
	42	0,0833	0	0	19,04	3,16	3039	0,261	0,06	0,0157
	43	0,125	0	0	5,35	3,16	854,7	0,261	0,06	0,0157
	44	0,166	0	0	20,8	3,16	3324	0,261	0,06	0,0157
	45	0,208	0	0	19,7	4,25	3228	0,29	0,0595	0,0173
	46	0,25	0	0	13,3	4,26	2176	0,29	0,0595	0,0173
	47	0,292	0	0	4,73	4,26	773,4	0,29	0,0595	0,0173
	48	0,333	0	0	25,3	4,26	4135	0,29	0,0595	0,0173
	49	0,375	0	0	20,9	4,92	3521	0,288	0,0594	0,0171
	50	0,417	0	0	21,4	4,92	3606	0,288	0,0594	0,0171
	51	0,458	0	0	6,01	4,92	1014	0,288	0,0594	0,0171
	52	0,5	0	0	23,4	4,92	3944	0,288	0,0594	0,0171
	53	0,542	0	0	17,8	5,63	3009	0,317	0,0624	0,0198
	54	0,583	0	0	20,4	5,63	3448	0,317	0,0624	0,0198
	55	0,625	0	0	5,7	5,63	962,5	0,317	0,0624	0,0198
	56	0,666	0	0	27,5	5,63	4642	0,317	0,0624	0,0198
	57	0,708	0	0	17,7	5,91	3271	0,32	0,0603	0,0193
	58	0,75	0	0	20,3	5,91	3748	0,32	0,0603	0,0193
	59	0,792	0	0	5,67	5,91	1046	0,32	0,0603	0,0193
	60	0,833	0	0	28,1	5,91	5178	0,32	0,0603	0,0193

Номер объекта S	Сквозной номер наблюдения i	Текущее время наблюдения X ₁	X ₂	X ₃	X ₄ , тыс. руб/чел.	X ₅ , тыс. руб/чел.	X ₆ , тыс. руб/чел.	Φ ₁	Φ ₂	Φ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	61	0,0417	0	0	12,3	3,04	1751	0,265	0,0558	0,0148
	62	0,0833	0	0	15,6	3,04	2214	0,265	0,0558	0,0148
	63	0,125	0	0	3,63	3,04	515	0,265	0,0558	0,0148
	64	0,166	0	0	20,3	3,04	2877	0,265	0,0558	0,0148
	65	0,208	0	0	14,2	4,09	2069	0,293	0,0577	0,0169
	66	0,25	0	0	17,0	4,09	2476	0,293	0,0577	0,0169
	67	0,292	0	0	4,43	4,09	647	0,293	0,0577	0,0169
	68	0,333	0	0	19,16	4,09	2769	0,293	0,0577	0,0169
	69	0,375	0	0	14,85	4,73	2270	0,29	0,0567	0,0164
	70	0,417	0	0	16,56	4,73	2532	0,29	0,0567	0,0164
	71	0,458	0	0	4,57	4,73	698,4	0,29	0,0567	0,0164
	72	0,5	0	0	21,1	4,73	3230	0,29	0,0567	0,0164
	73	0,542	0	0	13,53	4,80	2218	0,317	0,0578	0,0183
	74	0,583	0	0	17,3	4,80	2652	0,317	0,0578	0,0183
	75	0,625	0	0	4,78	4,80	783,4	0,317	0,0578	0,0183
	76	0,666	0	0	23,08	4,80	3785	0,317	0,0578	0,0183
77	0,708	0	0	14,22	5,89	2411	0,32	0,0594	0,019	
78	0,75	0	0	17,0	5,89	2883	0,32	0,0594	0,019	
79	0,792	0	0	5,02	5,89	851,5	0,32	0,0594	0,019	
80	0,833	0	0	24,27	5,89	4114	0,32	0,0594	0,019	
5	81	0,0417	0	0	15,33	2,99	1890	0,266	0,0483	0,0129
	82	0,0833	0	0	17,09	2,99	2108	0,266	0,0483	0,0129
	83	0,125	0	0	4,71	2,99	581,5	0,266	0,0483	0,0129
	84	0,166	0	0	21,81	2,99	2689	0,266	0,0483	0,0129
	85	0,208	0	0	20,02	4,02	2525	0,3	0,0513	0,0154
	86	0,25	0	0	19,54	4,02	2465	0,3	0,0513	0,0154
	87	0,292	0	0	5,63	4,02	710,2	0,3	0,0513	0,0154
	88	0,333	0	0	21,9	4,02	2762	0,3	0,0513	0,0154
	89	0,375	0	0	15,65	4,64	2130	0,283	0,0498	0,0141
	90	0,417	0	0	17,94	4,64	2441	0,283	0,0498	0,0141
	91	0,458	0	0	5,01	4,64	681,4	0,283	0,0498	0,0141
	92	0,5	0	0	24,15	4,64	3286	0,283	0,0498	0,0141
	93	0,542	0	0	15,37	5,11	2331	0,316	0,0525	0,0166
	94	0,583	0	0	18,44	5,11	2797	0,316	0,0525	0,0166
	95	0,625	0	0	4,30	5,11	652,7	0,316	0,0525	0,0166
	96	0,666	0	0	23,36	5,11	3543	0,316	0,0525	0,0166
	97	0,708	0	0	14,11	5,36	2199	0,32	0,0524	0,0168
	98	0,75	0	0	19,11	5,36	2980	0,32	0,0524	0,0168
	99	0,792	0	0	5,65	5,36	881,7	0,32	0,0524	0,0168
	100	0,833	0	0	26,13	5,36	4074	0,32	0,0524	0,0168
6	101	0,0417	0	0	13,39	3,07	1856	0,265	0,0559	0,0148
	102	0,0833	0	0	19,35	3,07	2683	0,265	0,0559	0,0148
	103	0,125	0	0	3,50	3,07	486,3	0,265	0,0559	0,0148
	104	0,166	0	0	22,22	3,07	3080	0,265	0,0559	0,0148
	105	0,208	0	0	16,44	4,14	2279	0,29	0,0555	0,0161
	106	0,25	0	0	19,68	4,14	2728	0,29	0,0555	0,0161
	107	0,292	0	0	5,14	4,14	712,8	0,29	0,0555	0,0161
	108	0,333	0	0	25,46	4,14	3529	0,29	0,0555	0,0161
	109	0,375	0	0	17,18	4,78	2500	0,288	0,0561	0,0161
	110	0,417	0	0	19,16	4,78	2789	0,288	0,0561	0,0161
	111	0,458	0	0	5,27	4,78	769,4	0,288	0,0561	0,0161
	112	0,5	0	0	24,45	4,78	3558	0,288	0,0561	0,0161
113	0,542	0	0	17,05	5,65	2599	0,316	0,0581	0,0183	
114	0,583	0	0	20,46	5,65	3119	0,316	0,0581	0,0183	
115	0,625	0	0	4,77	5,65	727,8	0,316	0,0581	0,0183	
116	0,666	0	0	25,91	5,65	3951	0,316	0,0581	0,0183	
117	0,708	0	0	18,60	6,35	2938	0,321	0,0579	0,0186	
118	0,75	0	0	20,74	6,35	3277	0,321	0,0579	0,0186	
119	0,792	0	0	5,72	6,35	904,1	0,321	0,0579	0,0186	
120	0,833	0	0	26,46	6,35	4181	0,321	0,0579	0,0186	

Номер объекта S	Сквозной номер наблюдения i	Текущее время наблюдения X ₁	X ₂	X ₃	X ₄ , тыс. руб/чел.	X ₅ , тыс. руб/чел.	X ₆ , тыс. руб/чел.	Φ ₁	Φ ₂	Φ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	121	0,0417	0	0	21,43	3,12	2666	0,263	0,0527	0,0139
	122	0,0833	0	0	25,14	3,12	3129	0,263	0,0527	0,0139
	123	0,125	0	0	4,74	3,12	590,3	0,263	0,0527	0,0139
	124	0,166	0	0	27,75	3,12	3454	0,263	0,0527	0,0139
	125	0,208	0	0	10,98	4,2	2767	0,298	0,0525	0,0156
	126	0,25	0	0	24,04	4,2	3312	0,298	0,0525	0,0156
	127	0,292	0	0	7,05	4,2	865,3	0,298	0,0525	0,0156
	128	0,333	0	0	29,73	4,2	3739	0,298	0,0525	0,0156
	129	0,375	0	0	26,80	4,85	3647	0,289	0,0514	0,0149
	130	0,417	0	0	27,45	4,85	3736	0,289	0,0514	0,0149
	131	0,458	0	0	7,72	4,85	1051	0,289	0,0514	0,0149
	132	0,5	0	0	30,02	4,85	4086	0,289	0,0514	0,0149
	133	0,542	0	0	18,02	5,36	2663	0,321	0,0544	0,0174
	134	0,583	0	0	26,73	5,36	3951	0,321	0,0544	0,0174
	135	0,625	0	0	6,41	5,36	946,7	0,321	0,0544	0,0174
	136	0,666	0	0	34,25	5,36	5061	0,321	0,0544	0,0174
	137	0,708	0	0	19,09	6,45	2895	0,327	0,0542	0,0178
138	0,75	0	0	28,31	6,45	4294	0,327	0,0542	0,0178	
139	0,792	0	0	6,78	6,45	1029	0,327	0,0542	0,0178	
140	0,833	0	0	36,27	6,45	5502	0,327	0,0542	0,0178	
8	141	0,0417	0	1	15,2	20,0	2978	0,254	0,0512	0,013
	142	0,0833	0	1	18,08	20,0	3545	0,254	0,0512	0,013
	143	0,125	0	1	3,21	20,0	629,3	0,254	0,0512	0,013
	144	0,166	0	1	17,01	20,0	3335	0,254	0,0512	0,013
	145	0,208	0	1	15,0	26,31	5071	0,257	0,0512	0,013
	146	0,25	0	1	16,73	26,31	3302	0,257	0,0512	0,013
	147	0,292	0	1	4,62	26,31	911	0,257	0,0512	0,013
	148	0,333	0	1	21,35	26,31	4213	0,257	0,0512	0,013
	149	0,375	0	1	15,77	26,9	3236	0,277	0,0499	0,0138
	150	0,417	0	1	17,59	26,9	3609	0,277	0,0499	0,0138
	151	0,458	0	1	4,85	26,9	995,6	0,277	0,0499	0,0138
	152	0,5	0	1	22,44	26,9	4605	0,277	0,0499	0,0138
	153	0,542	0	1	13,89	34,96	3162	0,308	0,0534	0,0164
	154	0,583	0	1	16,61	34,96	3781	0,308	0,0534	0,0164
	155	0,625	0	1	4,43	34,96	1009	0,308	0,0534	0,0164
	156	0,666	0	1	23,71	34,96	5395	0,308	0,0534	0,0164
	157	0,708	0	1	14,35	36,57	3336	0,312	0,0541	0,0169
158	0,75	0	1	18,44	36,57	4003	0,312	0,0541	0,0169	
159	0,792	0	1	4,78	36,57	934,1	0,312	0,0541	0,0169	
160	0,833	0	1	24,53	36,57	5071	0,312	0,0541	0,0169	
9	161	0,0417	0	1	16,58	19,99	3100	0,252	0,0486	0,0123
	162	0,0833	0	1	17,63	19,99	3297	0,252	0,0486	0,0123
	163	0,125	0	1	3,34	19,99	624,1	0,252	0,0486	0,0123
	164	0,166	0	1	18,08	19,99	3381	0,252	0,0486	0,0123
	165	0,208	0	1	15,22	26,4	2925	0,287	0,0506	0,0142
	166	0,25	0	1	18,22	26,4	3501	0,287	0,0506	0,0142
	167	0,292	0	1	4,76	26,4	914,9	0,287	0,0506	0,0142
	168	0,333	0	1	20,57	26,4	3953	0,287	0,0506	0,0142
	169	0,375	0	1	12,6	27,31	2604	0,285	0,05	0,0142
	170	0,417	0	1	18,7	27,31	3864	0,285	0,05	0,0142
	171	0,458	0	1	4,48	27,31	925,8	0,285	0,05	0,0142
	172	0,5	0	1	23,96	27,31	4950	0,285	0,05	0,0142
	173	0,542	0	1	15,19	35,21	3336	0,308	0,051	0,0156
	174	0,583	0	1	18,22	35,21	4003	0,308	0,051	0,0156
	175	0,625	0	1	4,25	35,21	934,1	0,308	0,051	0,0156
	176	0,666	0	1	23,09	35,21	5071	0,308	0,051	0,0156
	177	0,708	0	1	17,63	36,78	3989	0,317	0,052	0,0165
178	0,75	0	1	18,66	36,78	4221	0,317	0,052	0,0165	
179	0,792	0	1	4,04	36,78	913,8	0,317	0,052	0,0165	
180	0,833	0	1	23,79	36,78	5381	0,317	0,052	0,0165	

Рассмотрим кратко существо каждого общесистемного закона с той степенью детализации, которое необходимо для формулировки предлагаемых концепций, и конкретизируем эти концепции применительно к рассматриваемой HCM социально-экономической системы МО – МУ – бюджет.

6.1. Концепция I извлечения новых знаний в HCM финансово-экономических показателей бюджетных учреждений

Как показано на рис. 2, концепция I базируется на общесистемном законе роста и убывания энтропии в открытых системах, в нашем случае в ИС. Формулировке концепции I предпослано краткое изложение сути закона роста и убывания энтропии в открытых ИС и порождения дополнительной информации в результате взаимодействия систем, следуя работам [12, 15, 17].

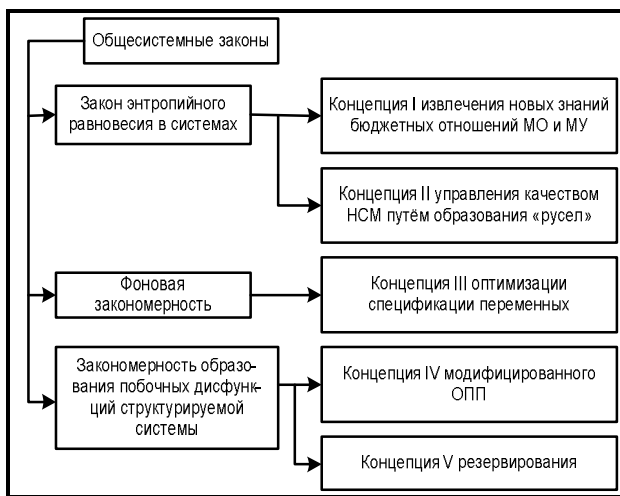


Рис. 2. Связь концепций построения HCM с общесистемными законами кибернетики

Энтропия замкнутой системы монотонно возрастает со временем, вплоть до достижения максимального значения \mathcal{E}_{max} в конечном равновесном состоянии, когда число допустимых состояний системы максимально.

Из теории информации известно, что в результате взаимодействия двух систем возможно самопроизвольное накопление дополнительной информации и получение нового знания [12, 15]. К. Шенноном было установлено, что энтропия взаимодействующих систем A_1 и A_2 , меньше суммы энтропии каждой системы:

$$\mathcal{E}(A_1) + \mathcal{E}(A_2) - \mathcal{E}(A_1, A_2) \Delta I_s > 0, \tag{18}$$

где

$\mathcal{E}(A_1, A_2)$ – энтропия объединенной системы;

ΔI_s – дополнительная информация, порождаемая в объединенной системе (A_1, A_2) за счет взаимодействия ее подсистем (элементов).

Величина ΔI_s может трактоваться как приращение структурной информации, которая характеризует уменьшение энтропии или упорядочение структуры, и таким образом аналитически описывается процесс упорядочивания структуры системы.

Уравнение (18) является формальным описанием всех процессов формирования упорядоченных структур систем любой природы, включая ИС.

Теперь поясним суть предлагаемой концепции I. Согласно методике муниципальной трехуровневой системы распределения субвенций (где 1-й и 2-й уровень соответствует МО, т.е. поселениям, городским округам, муниципальным районам, 3-й – МУ), требуется иметь объективную количественную характеристику эффективности работы МУ за прошлый отчетный период (2...5 лет). Такую характеристику в принципе можно получить только путем сравнения некоторых социально-экономических показателей множества МУ, работающих в примерно одинаковых условиях. В настоящее время известна методика [1], учитывающая сравнение показателей МО, т.е. на верхнем уровне. Для нижнего уровня МУ такая модель отсутствует. Принятие решений об объеме ФМР для отдельных МУ осуществляется путем анализа деятельности каждого МУ.

Концепция I позволяет построить требуемую сравнительную модель для нижнего уровня бюджетирования. Пусть из множества достаточно однородных МУ по некоторой выбранной числовой мере, например евклидовой, образован кластер. Евклидову меру d можно определить, например, так [9]:

$$d(\bar{X}_i, \bar{X}_k) = \sqrt{\sum_{j=1}^{n+1} (x_{ij} - x_{kj})^2} \leq \varepsilon, \tag{19}$$

где

\bar{X}_i, \bar{X}_k – векторы кластерообразующих показателей

(в частности, ими могут быть входные факторы \bar{X} в (10) плюс моделируемый показатель Y);

x_{ij}, x_{kj} – j -я компонента векторов \bar{X}_i, \bar{X}_k соответственно;

i, k – номера элементов кластера (бюджетополучателей);

ε – задаваемое экспертно число;

n – число входных факторов.

При обучении HCM вида (10) для этого кластера происходит «взаимодействие» (сравнение) признаков по следующей схеме. Пусть в отчетной документации для МУ искажены взаимосвязи (скрытые закономерности) некоторых признаков (входных факторов) $\{x_{ij}\}, j = \overline{1, m};$

$m < N$ с моделируемым показателем Y . Другими словами, в базе данных могут быть искажены, в той или иной степени, некоторые кортежи: $\langle x_{ij}, y_{ij} \rangle, i = \overline{1, N}$. Зато для других $(MU)_k, k \neq i$ эти связи, т.е. кортежи

$\langle x_{ij}, y_{ij} \rangle$, менее искажены. Поскольку в обучении HCM, заключающемся в модификации матрицы синаптических весов W в (10), участвуют различные (искаженные и неискаженные) кортежи, то происходит нивелирование ошибок и извлечение из базы данных в среднем по кластеру достаточно достоверной информации о закономерностях нелинейных связей входных фактов с моделируемым показателем Y .

Замечание. Известно [9], что «бичом» методов регрессионного анализа является скрытая стохастическая линейная или нелинейная связь входных факторов друг с другом. В HCM вида (10) это не осложняет обучение модели, и более того, способствует указанной выше процедуре нивелирования вклада в обучение искажений кортежей в базе данных. Процедура нивелирования вкладов искаженных кортежей в модифика-

цию весов W – это и есть порождение структурной информации ΔI_s в ИС согласно (18).

Теперь мы можем сформировать концепцию I: предполагается в качестве носителя объективной информации об эффективности работы МУ использовать обобщенную ПФ вида (10), аппроксимируемую НСМ, в которой в условиях сильного зашумления базы данных происходит частичное нивелирование искажений в соответствии с законом роста и убывания энтропии в открытых системах, причем нивелирование увеличивается с углублением уровня структурирования модели.

6.2. Концепция II управления качеством НСМ моделирования путем образования русел в объединенном пространстве независимых и зависимых переменных

Идея формирования «русел» при разработке НСМ вида (10) бюджетирования МУ возникла при анализе достижений быстроразвивающейся области науки – нелинейной динамики [13]. Под «руслом» понимается подобласть в пространстве входных факторов и выходных величин, в которой можно с требуемой степенью адекватности построить маломодовую (с малым числом входных факторов) динамическую математическую модель, в частности, нейросетевую. Различные оценки [13] в области нелинейной динамики показывают, что для эффективных алгоритмов управления в этих системах число существенных независимых переменных n (или размерность пространства независимых переменных) должна быть не более пяти-шести.

При упрощенном изложении идея образования русла и построения маломодовой НСМ состоит в следующем. Постулируется, что пространство состояний системы:

$$(\bar{X} \otimes \bar{Y}) \in R^{n+m},$$

где n, m – размерности векторов \bar{X} и \bar{Y} ;

\otimes – знак ортогонального произведения, неоднородно, поэтому в нем могут существовать места, где для описания динамики системы необходимо меньшее количество входных переменных, чем для полного, глобального описания. Если траектория движения системы $Y(\bar{X}(t))$, где t – время, проходит в базе данных в наблюдениях через такие участки, то на некотором интервале времени, ее поведение можно приближенно описать при помощи маломодовой модели. Для практического построения маломодовой НСМ требуется, чтобы траектория системы прошла по «руслу» несколько раз. Другими словами, систему можно характеризовать при помощи ее проекций небольшой размерности. Такие проекции и названы в [13] «руслами». Если в наблюдениях траектория динамического объекта прошла по данному руслу достаточное число раз, то во ВР наблюдений можно в принципе найти эту проекцию. Многослойные нейронные сети выполняют операции проецирования (при вычислении состояния нейрона как взвешенной суммы входных сигналов), и затем нелинейного отображения с помощью активационных функций. Следовательно, если требуемая проекция малой размерности существует, то нейронная сеть в принципе может ее найти путем преобразования входной информации в промежуточных слоях [10, 19]. Таким образом, если создать хорошие предпосылки построения НСМ, или, проще говоря, обеспечить достаточную одно-

родность кортежей $\langle \bar{x}_i, \bar{y}_i \rangle, i \in \overline{1, N}$ внутри кластеров, то НСМ обеспечит эффективное формирование «русел». Заметим, что проецирование является необходимым элементом большинства предсказывающих систем – предикторов.

Практически концепция «русел» реализована в нашем исследовании с помощью следующих операций алгоритма при построении НСМ:

- экспертной итерационной процедуры спецификации переменных с дообучением экспертов с учетом качества обучения вспомогательных нейросетевых субмоделей;
- оригинальной процедуры оптимальной очистки кластера от аномальных наблюдений, увязанной с финишным критерием погрешности обучения НСМ;
- оптимизации архитектуры НСМ и параметров обучения путем решения комбинаторной задачи по критерию качества НСМ;
- процедуры постобработки данных для оценки адекватности НСМ (построение усредненного русла).

6.3. Концепция III – фоновый принцип и спецификация переменных нейросетевой модели муниципального бюджетирования

Фоновый принцип и фоновая закономерность позволяют при определенных условиях по изменению фона обнаружить наличие движущихся объектов. Он носит универсальный, всеобщий характер и широко применим в технике, биологии, медицине, метеорологии, социально-экономической сфере, лингвистике и т.п. Фон является атрибутом системы, в качестве фона системы часто выступают стабильные процессы, обеспечивающие функционирование законов композиции отношений систем. Фоновый принцип обнаружения исследуемого объекта состоит в том, что фоновые излучения функционально связаны с объектом и поэтому, исследуя только сигналы фона или его состояние, можно судить об объекте.

Фоновая закономерность

Фоновая закономерность [15] заключается в функциональной зависимости изменения сигнала фона или состояния фона от воздействия объекта. При использовании фонового принципа или фоновой закономерности в наиболее общем случае систему представляют как состоящую из объекта, фона, наблюдателя и их отношений. Возьмем упрощенный пример воздействия объекта на фон. В качестве фона может служить обычная семья, состоящая из родителей и детей, которые в процессе длительного взаимного «притирания» образуют некоторое привычное состояние семьи, или фона, со своим характерным спектром свойств. Если в эту семью войдет чужой человек, например, в качестве зятя или невестки, представляющих исследуемый объект, то это внесет в устоявшуюся семью некоторое возмущение и по изменению состояния (спектра) свойств семьи (фона) наблюдатель может судить о качествах объекта. То есть вместо исследования самого объекта, когда это сложно, можно исследовать изменение состояния (спектр) свойств фона из-за воздействия объекта, и по этому изменению судить об объекте.

В существующей методике муниципального бюджетирования мы имеем наглядный пример «невидимости» для приемника сигнала – ЛПР по бюджетированию – «отраженного от подвижного объекта» (отчетной документации) полезного сигнала об эффективности обслуживания населения определенным видом бюд-

жетных услуг. Здесь термин «подвижный объект» означает изменения отчетных показателей во времени, например по кварталам за отчетный период.

Мы предлагаем следующие аналогии для НСМ бюджетирования:

- искомый подвижный объект – распознаваемый образ получения недостоверной оценки финансового состояния и показателей эффективности работы МУ;
- зондирующий сигнал – информационный поток отчетной документации, за некоторый отчетный период (например два года – пять лет);
- отраженный сигнал – результат сравнения фактических показателей в БД с расчетными, вычисленными по (10);
- шум – случайные ошибки отчетных данных;
- активная помеха – сознательные искажения показателя отчетности, взаимно увязанные с численными значениями всех показателей (ложная «картинка» финансово-экономического состояния бюджетополучателей).

Практика показывает, что такие искажения очень трудно различить при существующей технологии бюджетирования, основанной на принципе «планирование от достигнутого».

Каким образом можно улучшить обнаружение искажений в исследуемой системе, если использовать описанный выше фоновый принцип? Что будет играть роль фона? Нужно, чтобы искомый подвижный объект (в нашем случае – зашумленные данные отчетности) взаимодействовал с фоном, т.е. НСМ (10), и при этом изменял состояние фона и, соответственно, уровень отраженного от «фона» сигнала. Мы предлагаем в качестве «фона» усредненную («эталонную») «ПФ» однородного кластера бюджетополучателей вида (10), точнее условное математическое ожидание данной функции $M[Y\bar{X}(t)|_{x,t}]$, при условии, что \bar{X}, t приняли фиксированные значения \bar{x}, t в точке прогноза. Каждый искомый «подвижный объект» – т.е. кортеж: $\langle \bar{x}_i(t), y_i(t) \rangle, i = \overline{1, N}$, где i номер наблюдения, взаимодействует с фоном при обучении НСМ вида (10) и модификации синаптических весов W . Естественно, при таком взаимодействии фон меняется.

Если теперь в качестве полезного сигнала взять отклонения расчетного показателя \hat{Y} от декларированного с отчетной документации, то можно ожидать улучшения «разрешающей способности индикации» нарушений отчетности. При этом мы постулируем возможность извлечения достоверных знаний о «фоне» $M[Y|\bar{x}(t)]$ согласно «эксплуатации» нелинейной взаимосвязи факторов в совокупности с допущением о ничтожно малой вероятности согласованного искажения всех наблюдений для всех субъектов отчетности.

6.4. Закономерность появления побочных дисфункций структурируемой информационной системы

НСМ осуществляет преобразование информации по алгоритму нейросетевого отображения $F(\cdot)$ в (10), т.е. конкретному значению входных сигналов $\bar{X} = \bar{x}_0$ ставит в соответствие числовое значение выходной величины \bar{Y}_0 . Следовательно, НСМ можно рассматривать как ИС, содержащую элементы (блоки) спецификации переменных, преобработки базы данных, собственно нейросеть, оценки адекватности модели (10) и т.д.

В [15] показано, что при структурировании систем (в нашем исследовании оно заключается в формировании «русел») помимо полезного эффекта – получения структурной информации $\Delta I_s > 0$ в (18) появляются побочные дисфункции.

В нашей ИС – это возможность появления даже в хорошо обученной сети очень больших ошибок расчета в очень малом числе тестовых точек. НСМ «имеет на это право», при квадратичном критерии обучения, т.е. обучение гарантирует малость ошибки расчета в среднем, а некоторое число точек может «выпасть».

При этом неясно, что является причиной большой разницы между расчетом в НСМ и декларированными данными: ошибка самой сети или аномальные искажения отчетности (приписки)?

Парирование этой дисфункции связано с концепцией IV, описанной ниже.

6.5. Концепция IV – модифицированного обобщенного перекрестного подтверждения нейросетевых моделей в руслах, вытекающая из общесистемной закономерности неполного подавления дисфункций системы

Идея этой концепции проста и прозрачна. Вместо одной НСМ ПФ вида (10) реализуется в множестве (например, 10...30) независимых по парадигме, архитектуре и активационным функциям сетей. Вычисляется среднее расчетное значение \bar{Y}_{cp} по всем сетям, которое и сравнивается с отчетными данными согласно экономической концепции. При этом вероятность того события, что все независимые (параллельные) НСМ дадут большие аномальные ошибки расчета в одних и тех же тестовых точках ничтожна.

6.6. Концепция V, вытекающая из закономерности резервирования

Принцип резервирования широко используется в теории систем [16]. Примером могут служить парные органы человека и животных, дублирующие системы в технике и т.д.

Исходя из этой закономерности, мы предлагаем данные расчета НСМ дублировать оценкой специалистов по муниципальному бюджетированию, т.е. подвергнуть расчеты цензурированию. Тем самым на базе НСМ создается экспертная система, где модель играет роль объективного консультанта.

Выводы

- совокупность предложенных концепций образует теоретическую и методологическую основу построения НСМ требуемого качества в сложных условиях моделирования муниципального бюджетирования;
- концепции реализованы в технологии моделирования при разработке алгоритма НСМ.

7. АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ НСМ

Алгоритм предназначен для использования в качестве инструментария поддержки принятия решений ЛППР, в составе новой методики бюджетирования МО, которая предусматривает дифференциацию при определении ФМР МО в зависимости от качества обслуживания ими населения за отчетный период. С помощью предлагае-

мого алгоритма нейросетевого моделирования строится многомерная динамическая обобщенная ПФ (10) для кластера достаточно однородных бюджетополучателей (см. табл. 1 и 2). В качестве моделируемого показателя (аналога «объема продукции Y на выходе производственной системы») служит обобщенный показатель эффективности Φ , 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) задается пользователем.

Алгоритм предусматривает эффективную работу в условиях сильного зашумления и даже частичного искажения базы данных, благодаря управлению качеством модели с использованием разработанной концепции «русел» в пространстве входных и выходных переменных НСМ.

Область применения алгоритма – подразделения муниципалитета, занимающиеся бюджетированием различных структур:

- лечебных;
- спортивно-оздоровительных;
- образовательных;
- жилищно-коммунальных;
- транспортных учреждений и др.

Алгоритм может быть использован самими бюджетными структурами для обоснования своих финансовых планов.

Методология разработки алгоритма, основанная на использовании комбинированного системного синергетического информационного подхода [2], может быть использована более широко, в частности, в процедурах межбюджетных отношений регионального бюджета и районных образований.

Существуют следующие ограничения по применению алгоритма:

- алгоритм предусматривает переобучение нейросети при всяком обновлении, расширении или замене базы данных;
- при использовании программной среды Matlab объем базы данных не должен превышать 10 Мб; требуются персональные компьютеры не хуже Pentium-4, с частотой 2 400 МГц;
- число обучающих примеров (записей) в базе данных должно превышать число объясняющих переменных в 5...10 раз;
- база данных представляется в виде Excel – файлов с дальнейшим переформатированием во внутренний формат программной среды;
- число объясняющих переменных (количественных и номинальных) в «русле» не должно превышать 5...10;
- при введении в модель лаговых переменных база данных должна быть упорядочена по времени и не должна содержать пропусков по временным отсчетам. Допускается восстановление одного пропуска наблюдений по времени существующими методами интерполяции, например усреднением по значениям «ближайших соседей» [2];
- рекомендуемые программные среды: Neuro Solutions 4 и Matlab с надстройками «Статистика», «Анализ сигналов».

7.1. Концептуальный базис алгоритма

Концептуальный базис алгоритма разработан на основе комбинированного системного синергетического информационного подхода [5] и использования общесистемных законов кибернетики [15].

Процедура оптимальной очистки кластера (концепция II)

Назначение процедуры – дальнейшее формирование «русел» в каждом кластере, которое состоит в

изъятии неинформативных (аномальных) точек в каждом кластере в условиях дефицита обучающих примеров. Критерий информативности – это векторный (обобщенный) критерий точности и устойчивости НСМ.

Суть процедуры состоит во введении оптимальной итерационной операции предобработки данных. На каждом шаге итерации из базы данных удаляется несколько точек, имеющих аномально большую погрешность обучения или тестирования (примерно на порядок больше, чем остальные точки). Процесс продолжается до достижения минимума векторного критерия точности и устойчивости.

Вычислительные эксперименты показали, что эта процедура весьма эффективна: за 4...5 итераций относительная (деленная на размах наблюдений Y) среднеквадратическая ошибка, т.е. NMSE, снижается более чем в 20 раз.

Процедура обобщенного перекрестного подтверждения (ОПП) адекватности НСМ (концепция IV)

Назначение концепции IV – обоснование адекватности НСМ и, соответственно, повышение достоверности оценок в ней. На этой концепции основаны постпроцессорные процедуры обработки расчетных данных.

Концепция IV вытекает из общесистемной закономерности о неполном подавлении побочных дисфункций структурируемой информационной модели – НСМ [15].

Суть процедуры ОПП состоит в использовании широко известного в технике и биологии принципа избыточности, т.е. дополнения одной системы другими системами того же назначения. Предлагается в каждом кластере строить не одну, а несколько независимых (параллельных) НСМ и в качестве статистической оценки \hat{Y} принимать среднее расчетное значение сетей:

$$\hat{Y}_{cp} = \frac{1}{G} \sum_{g=1}^G \hat{Y}_g; \hat{Y}_g = F_g(\tilde{X}, W, t); t \in [1, T], \quad (20)$$

где

\tilde{X} – вектор входных факторов (объясняющих переменных);

W – синаптические веса НСМ;

g – номер параллельной НСМ;

G – их число;

$F_g(\cdot)$ – оператор отображения g -й НСМ.

Замечание

Желательно, чтобы параллельные НСМ различались между собой по парадигме, архитектуре, активационным функциям [16]. Главным условием ОПП параллельных НСМ является выдача примерно одинакового расчетного результата прогноза в точке $t = t_{np}$ по некоторой числовой мере, например:

$$\eta = \max_g \left| \frac{\hat{Y}_g(\tilde{X}, t_{np}) - \hat{Y}_{cp}(\tilde{X}, t_{np})}{\hat{Y}_{cp}(\tilde{X}, t_{np})} \right| * 100\% \leq \varepsilon; \quad (21)$$

$$g \neq p; g, p = \overline{1, G},$$

где

η – числовая мера близости прогностических свойств параллельных НСМ;

\hat{Y}_{cp} – среднее значение по (20) при $t = t_{np}$;

ε – заданное число, например 15%.

Совокупность концепций I...IV, реализованных в соответствующих процедурах, составляет теоретическую основу предлагаемого алгоритма.

7.2. Общее описание логической схемы рабочего алгоритма

Алгоритм построен по модульному принципу и включает в себя пять модулей, показанных на рис. 3.

Здесь прямоугольниками обозначены процессорные блоки, ромбами – логические блоки, параллелограммами – блоки выбора (загрузки), ∇ – знак параллельного выполнения операций определенное количество раз. Опишем кратко назначение модулей и блоков и их взаимодействие в алгоритме.

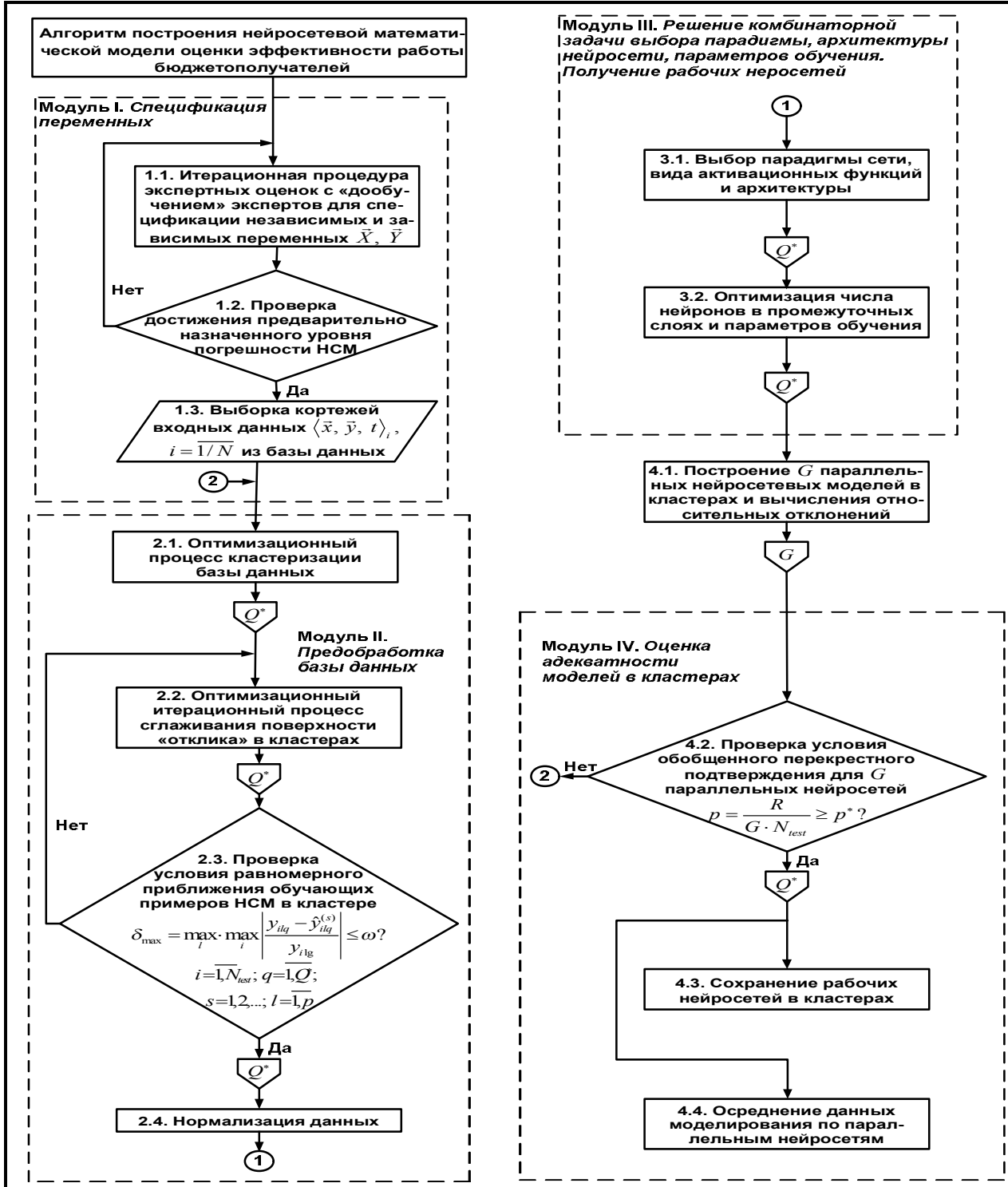


Рис. 3. Логическая схема алгоритма

Модуль I

Модуль I является в алгоритме определяющим. В нем осуществляется внесение в алгоритм априорной информации, аккумулирующей профессиональный опыт экспертов в данной предметной области. Ошибки при «завязке» постановке задачи очень сложно исправить в ниже следующих модулях II...IV.

В блоке 1.1 реализуется концепция формирования «русел» при спецификации переменных моделей. Процедура спецификации модели путем экспертных оценок с дообучением экспертов завершается заключением аналитика в логическом блоке 1.2: достигнут ли предварительно назначаемый уровень погрешности НСМ за счет изменения спецификации? Если да, то спецификация считается завершенной, а если нет, то следует вернуться на вход блока 1.1 и попытаться улучшить качество экспертного назначения состава переменных.

В блоке 1.3 формируется база данных для построения НСМ. Здесь должна производиться выборка данных из Excel-файлов общей базы данных, которые затем переформатируются во внутренний формат программной среды (например, Matlab или Neuro Solutions), с помощью специальной программы (интерфейса).

Замечание

Если число независимых переменных оказывается слишком большим (более 10), что затрудняет формирование «русел», где модель должна иметь малое число мод (существенных переменных), то следует применить один из методов сжатия информации:

- метод главных компонент [2];
- нейросетевой аналог метода главных компонент [13, 14, 19].

Модуль II

Модуль II служит для предпроцессорной обработки данных. Это уровень II иерархического алгоритма формирования «русел». Он включает в себя как стандартные операции, реализуемые программой, так и оригинальные алгоритмы, описанные выше, направленные на ослабление негативных условий моделирования. В блоке 2.1 осуществляется пошаговый оптимальный процесс кластеризации базы данных. Эта процедура носит оригинальный характер [3] и выполняется с помощью программ Neuro Solutions 4 (демоверсия). Итогом является образование в многофакторном пространстве базы данных оптимального числа кластеров, примерно однородных по евклидовым расстояниям между элементами – вектор-строками наблюдений и соответствующих условию наибольшей точности НСМ.

В блоке 2.2, в котором также реализуется уровень II иерархического алгоритма формирования «русел» разработана оригинальная процедура оптимального итерационного процесса повышения однородности данных внутри образованных кластеров по алгоритму итерационной очистки кластера [3]. Данная процедура является очень важной, поскольку в основном предопределяет качество обучения будущей сети в каждом образованном кластере. При этом качество понимается обобщенно – по взаимно противоречивым частным критериям точности НСМ и ее устойчивости к возмущению входных данных.

Итогом операций в блоке 2.2 является получение предельно достижимой однородности по критерию точности и устойчивости элементов – строк (наблюдений) в образованных кластерах.

В блоке 2.3 осуществляется проверка выполнения финишной функции цели, характеризующей однородность обучающих примеров в кластерах.

Операции в модуле II завершаются процедурой нормализации данных, которая существенно влияет на равномерность расположения наблюдений. По области эксперимента [11] нормированные данные располагаются более равномерно, а значит, более информированы.

В предлагаемом алгоритме использован простейший способ нормировки – вычитание из текущего значения величины среднего значения по соответствующему вектор-столбцу и деления на среднеквадратическое отклонение.

Модуль III

Модуль III реализует задание структуры модели, ее идентификацию и тестирование. С позиции теории «русел» в модуле III производятся операции, реализующие заключительный уровень III формирования «русел». Здесь экспертным путем на эвристическом уровне в диалоге с программой задается парадигма сети, архитектура (число скрытых слоев), а также вид активационных функций в нейронах. При обучении сети по методу обратного распространения ошибки (Back Propagation (BP)) в многослойном перцептроне образуется оптимальная архитектура сети и, соответственно, непосредственно получают «русла» за счет операций проецирования и нелинейной аппроксимации, задействованных в алгоритме обучения BP.

Действительно, проецирование – это суммирование сигналов X_j , поступающих на вход нейрона с синаптическими весами w_{ij} и затем нелинейная аппроксимация полученной проекции S с помощью активационной функции $f(s)$.

На этом формирование «русел» заканчивается и начинается этап получения рабочих НСМ.

В блоке 3.1 путем проведения вычислительных экспериментов подбирается шаг обучения, коэффициенты «тяжелого веса» μ , начальное приближение синаптических весов W_0 , число эпох обучения и другие параметры.

Модуль IV анализирует адекватность НСМ по ОПП и выдает осредненные по независимым НСМ расчетные значения \hat{Y}_{cp} по (20).

Операции в некоторых блоках требуют дополнительных комментариев, которые изложены ниже.

8. ДЕТАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУР В БЛОКАХ АЛГОРИТМА

8.1. Итерационная процедура спецификации переменных на основе экспертных оценок с дообучением экспертов

Описанный ниже алгоритм реализует верхний уровень I иерархической структуризации при формировании «русел».

Перед выборкой данных из БД должна быть выполнена спецификация переменных, т.е. выбор состава входных факторов $X_1, \dots, X_j, \dots, X_n$ и моделируемых выходных величин $Y_1, \dots, Y_i, \dots, Y_p$.

Замечание

Все выходные величины могут быть реализованы в одной НСМ, где число нейронов выходного слоя равно числу выходных величин.

Процедура спецификации переменных занимает особое место в схеме построения НСМ. Удачный выбор компонент вектора входных факторов \bar{X} и выходных величин \bar{Y} предопределяет успех построения всей НСМ, ее эффективность для целей бюджетирования. Спецификация переменных – это, по существу, «завязка» постановки задачи моделирования. Показателен пример [9]. В этой книге упоминается тупиковая ситуация построения НСМ камеральных налоговых проверок, когда в качестве выходной величины Y была выбрана легко искажаемая величина – прибыль. Выбор другой моделируемой величины Y , при поверхностном взгляде аналогичной прибыли и функционально тесно с ней связанной – выручки, кардинально улучшил НСМ. Среднеквадратическая ошибка аппроксимации базы данных уменьшилась более чем на порядок при прочих равных условиях. В чем же причина столь разительного эффекта? Дело в том, что величины прибыли и выручки имеют разную информативность с учетом поведенческого фактора моделируемых объектов – торговых предприятий: выручка легче контролируется по первичной документации, а значит, и меньше искажается. Процедура спецификации трудно формализуема и в основном базируется на профессиональной интуиции и опыте специалистов в области налогообложения. Тем не менее, авторы цитированной монографии предприняли попытку некоторой формализации этой процедуры, опираясь на системный (синергетический) эффект, порождаемый взаимодействием экспертов и НСМ. Этот эффект состоит в лучшем видении скрытых в базе данных закономерностей при обозрении экспертами результатов расчетов по вспомогательным нейросетевым субмоделям.

Изложим последовательность процедур предлагаемого итерационного алгоритма.

1. Группа экспертов (либо один эксперт – специалист в области моделируемых процессов) назначает начальное приближение состава переменных, т.е. компоненты векторов:

$$\bar{X}^{(0)} = (X_1^{(0)}, X_2^{(0)}, \dots, X_j^{(0)}, \dots, X_n^{(0)});$$

$$\bar{Y}^{(0)} = (Y_1^{(0)}, Y_2^{(0)}, \dots, Y_i^{(0)}, \dots, Y_p^{(0)}).$$

2. Делается статистическая выборка из базы данных в соответствии с выбранными экспертно векторами $\bar{X}^{(0)}$ и $\bar{Y}^{(0)}$ за некоторый ретроспективный промежуток времени, например, два года для группы бюджетных структур (далее верхний индекс (0)) опускается.

Замечания

- На фактор масштабности МО при выборке ограничений не накладывается. Этот фактор будет учтен автоматически при образовании кластеров.
- Число МУ в выборке должно быть несколько десятков так, чтобы вообще количество наблюдений N в каждом кластере, который будет получен далее в алгоритме построения НСМ, подчинялось соотношению:

$$N = T * N_s \geq \xi * n; \xi \cong 5...10, \quad (22)$$

где

T – количество временных отсчетов;

N_s – количество МУ в выборке;

n – число входных факторов.

Соотношение (22) носит эмпирический характер. Можно также использовать элементарные оценочные формулы [11].

3. Выборка форматируется в виде таблицы: данные упорядочиваются в виде кортежей (строк или «объектов»), где числовым значениям \bar{X} взаимно однозначно соответствуют числовые значения вектора зависимых переменных \bar{Y} :

$$\langle \bar{X}, \bar{Y} \rangle_{ikl}, \quad (i = \overline{1, N}; k = \overline{1, T}; l = \overline{1, N_s}),$$

где

i – сквозной номер наблюдения;

k – номер квартала, месяца;

l – номер МУ.

4. По выборке строится вспомогательная нейросетевая субмодель (термин «вспомогательная» означает, что эта субмодель нужна только для уточнения спецификации переменных, т.е. в процедуре дообучения экспертов).

5. Результаты расчета НС – субмодели на тестовом множестве являются показатели качества НСМ:

- $NMSE_1$ – нормированная среднеквадратичная ошибка тестирования;
- MAE – средняя абсолютная ошибка;
- $MaxAE$ – максимальная абсолютная ошибка;
- $r_{y,\hat{y}}$ – коэффициент корреляции расчетных и фактических значений моделируемого показателя;
- $NMSE_2$ – нормированная среднеквадратическая ошибка процедуры простого (не обобщенного) перекрестного подтверждения (cross validations, CV);
- ζ – число эпох обучения при достижении указанных параметров.

Перечисленные выше величины определяются по формулам:

$$NMSE_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N^{test}} (y_i - \hat{y}_i)^2}{N^{test} - 1}}; \quad i \in \Omega^{test}; \quad (23)$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{N^{test}} |y_i - \hat{y}_i|}{N^{test}}; \quad i \in \Omega^{test}; \quad (24)$$

$$MaxAE = \max_i |y_i - \hat{y}_i|; \quad i \in \Omega^{test}; \quad (25)$$

$$r_{y,\hat{y}} = \frac{\sum_{i=1}^{N^{test}} (y_i - \bar{y}) \cdot (\hat{y}_i - \bar{\hat{y}})}{N^{test} S_y S_{\hat{y}}}; \quad i \in \Omega^{test}; \quad (26)$$

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N^{test}} (y_i - \bar{y})^2}{N^{test} - 1}}; \quad S_{\hat{y}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N^{test}} (\hat{y}_i - \bar{\hat{y}})^2}{N^{test} - 1}}, \quad (27)$$

где

y_i, \hat{y}_i – декларируемые и расчетные значения моделируемой величины Y ;

$(y_{max} - y_{min})$ – размах наблюдения величины Y ;

$NMSE_2$ определяется аналогично (28) с той лишь разницей, что $i \in \Omega^{CV}$.

6. Экспертам предъявляются результаты расчета Y по нейросетевой субмодели в виде однопараметрических семейств кривых:

$$Y_i = F(x_j, \bar{x}_k); x_j = \text{var}, x_k = \text{const } \bar{x}_k; \\ k \neq j; k \quad 1, 2, \dots, n; l \quad 1, \bar{p} \quad (28)$$

где

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

Эксперты оценивают соответствие однопараметрических кривых (28) сложившимся представлениям в предметной области муниципального бюджетирования. Обозрение предварительных результатов моделирования в нейросетевой субмодели, по нашему мнению, изменяет видение экспертами моделируемого процесса. Эксперты уточняют состав вектора входных факторов X_1, X_2, \dots, X_n и выходных величин Y_1, Y_2, \dots, Y_l .

7. Для уточнения векторов \bar{X} и \bar{Y} , повторяются процедуры 2...6 и т.д. 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 (с заданным отклонением ε в %) улучшения указанных в п. 5 показателей качества НСМ.

Замечание

Процесс дообучения экспертов (их диалога с НСМ) можно рассматривать как предварительный тест на адекватность НСМ.

Итогом итерационного процесса спецификации является установление вида моделируемой ПФ для совокупности нейросетей:

$$\hat{y} = F(X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n, t, W), \quad (29)$$

которая играет роль «эталонного фона» согласно концепции III, основанной на общесистемной фоновой закономерности.

Таким образом описанный выше пошаговый алгоритм спецификации переменных путем экспертных процедур с дообучением экспертов есть не что иное, как инструментарий получения «фона» с точностью до набора параметров W .

8.2. Оптимизационный процесс кластеризации по финишному критерию точности аппроксимации

Разработан оригинальный метод оптимальной кластеризации входных данных при построении НСМ на основе метода k -средних [9] по критерию точности. Новизна метода состоит в том, что качество образованных кластеров оценивается не по евклидовым расстояниям (19) группировки элементов – кортежей внутри кластеров изолировано от НСМ, как это принято традиционно [9], а по финишному критерию качества обучения НСМ внутри кластеров, например, по одному показателю $NMSE_l$, или свертке при расчете l -й компоненты \bar{Y} :

$$Q^* : \Phi_{1l} = (C_1 * NMSE_{1l} + C_2 * NMSE_{2l}) \rightarrow \min \Phi_{1l}; \\ q = 1, 2, \dots, Q; C_1 + C_2 = 1; C_{1,2} > 0, \quad (30)$$

$$N_q \geq \xi * n, \quad (31)$$

где $C_{1,2}$ – экспертно задаваемые веса, например, $C_{1,2} = 0,5$;

n – число компонент вектора входных факторов \bar{X} ;
 ξ – коэффициент, подбираемый путем вычислительных экспериментов, например, $\xi = 5 \dots 10$;

q – номер образуемого кластера;

Q – число кластеров;

Q^* – оптимальное число кластеров.

Отметим, что минимизация обобщенного критерия точности вида (30) для НСМ достигается за счет вариации числа образуемых кластеров Q , а соотношение (31) играет роль ограничения.

Соображения по оценке взаимосвязи n и N и состоятельность этой задачи оптимизации (30) и (31), были оговорены выше.

Отсюда вытекает следующий алгоритм оптимальной кластеризации тесно связанный с обучением НСМ (кластеризации подлежат все компоненты векторов \bar{X} и \bar{Y} в объединенном множестве $\bar{X} \otimes \bar{Y}$).

1. Задается несколько значений числа образуемых кластеров: $Q = 1 \dots R$.

2. Для каждого фиксированного числа кластеров Q решается задача кластеризации методом k -средних с нормой близости типа «евклидова расстояния» либо «расстояния Махаланобиса» [9].

Последнее предпочтительнее, поскольку не требует совокупного нормального закона распределения кластеризуемых случайных величин $X_1, \dots, X_n; Y_1, \dots, Y_p$.

3. В каждом q -м кластере строятся вспомогательные нейросетевые субмодели.

4. Вычисляется критерий точности:

$$\Phi_2 = \max_l \{\Phi_{1l}\} \rightarrow \min \Phi_2, l = 1, \bar{p}, \quad (32)$$

т.е. следует минимизировать максимальное значение критерия Φ_{1l} на множестве компонент вектора выходных величин \bar{Y} .

5. Строится кривая (рис. 4) как функция $\Phi_2(Q)$ одной переменной Q .

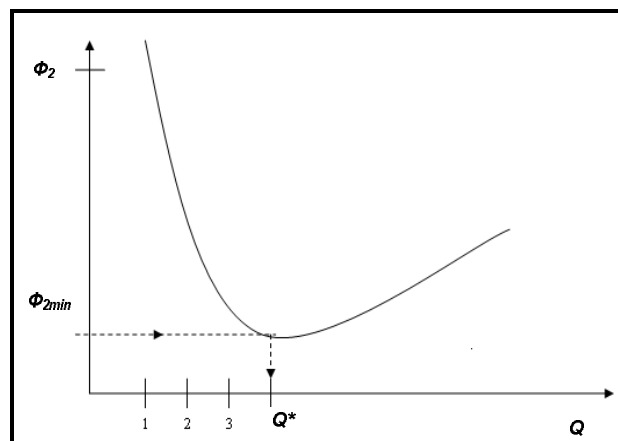


Рис. 4. Зависимость критерия точности Φ_2 от числа кластеров Q

В силу указанных выше соображений по состоятельности задачи оптимизации числа кластеров в условиях дефицита наблюдений, постулируется, что зависимость $\Phi_2(Q)$ – непрерывная, что обеспечивает существование и единственность (требование единственности не являются жестким для практики) решения задачи (30-32).

Критерии $NMSE_1$, $NMSE_2$, MAE , $MaxAE$ обычно вычисляются непосредственно в программе нейропакета, а критерии (30) и (32) и построение кривой на рис. 4 – в среде Excel.

Замечание 1

Образованные кластеры являются «ядрами» будущих «русел». Вычислительные эксперименты показали, что требуется дополнительная процедура повышения однородности данных кластеров в виде их очистки от аномальных точек.

Замечание 2

Согласно концепции II, кластеры могут быть образованы без указанной процедуры оптимизации числа кластеров Q в двух случаях:

- данных очень мало (N^{learn} порядка десятков); следует принять $Q = 1$;
- сразу при $Q = 1$ достигается требуемый уровень критерия $\Phi_2 \leq \varepsilon$, где ε – экспертно задаваемое число, т.е. исходная база данных является достаточно однородной.

8.3. Оптимизационный итерационный процесс сглаживания поверхности отклика в кластерах по векторному критерию точности и устойчивости

Образование оптимального числа кластеров, описанное выше – это достаточно сильный инструментальный структурирования данных при образовании информационно-математической модели муниципально-бюджетирования. Этот инструментальный усиливается при удачном формулировании эталонного фона. И все же требуются дополнительные меры повышения однородности данных в кластере и, соответственно, дополнительном структурировании данных. Это делается в блоке 2.2 (см. рис. 3).

9. КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРИКЛАДНАЯ МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Построенная «усредненная» HCM по своей структуре является многофакторной динамической моделью, т.е. входные факторы X_4 , X_5 , X_6 изменяются во времени:

$$\hat{\Phi} = f(\bar{t}, X_1, X_2, \dots, X_4(t), X_5(t), X_6(t)).$$

Следовательно, для получения прогноза моделируемого показателя Φ в точке \bar{t}_0 (в нашей задаче \bar{t}_0 это период 21) необходимо предварительно найти прогнозные значения входных факторов $X_4(t_0)$, $X_5(t_0)$, $X_6(t_0)$, заданных в БД (см. табл. 1) своими одномерными ВР. Для этого решаются три вспомогательные прогнозные задачи для каждого из этих факторов.

9.1. Построения субмоделей одномерных временных рядов и прогноз входных факторов

Задача прогноза факторов ставится так. Фиксируется объект – школа, лицей, либо школа-интернат. Вид объекта задается значениями бинарных переменных X_2 и X_3 . Например, для объекта №2 – типа лицея или гимназии $X_2 = 1$, $X_3 = 0$. Имеется выборка из 20 точек (двадцать временных интервалов в БД) по которой строится модель ВР $X_j(\bar{t}) = \varphi_j(\bar{t})$, $j = 4, 5, 6$; $\bar{t} \in [1; 20]$.

Ниже приведены результаты решения задач анализа ВР для факторов отдельно для каждого объекта на примере МУ 1.

Таблица 3

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ВР для X_5 , X_6 ОБЪЕКТА 1

I	S	G	X_5	X_6
1	1	1	3,25	2 189
2	1	2	3,25	2 295
3	1	3	3,25	653,4
4	1	4	3,25	3 030
5	1	5	4,38	2 297
6	1	6	4,38	2 749
7	1	7	4,38	718,3
8	1	8	4,38	3 104
9	1	9	5,21	2 394
10	1	10	5,21	2 743
11	1	11	5,21	765,7
12	1	12	5,21	3 789
13	1	13	5,98	2 619
14	1	14	5,98	3 143
15	1	15	5,98	733,4
16	1	16	5,98	3 981
17	1	17	6,78	2 893
18	1	18	6,78	3 360
19	1	19	6,78	831,4
20	1	20	6,78	4 305

Исходные данные показаны в табл. 3, где обозначено:

- I – сквозной номер точки локальной базы данных (для данного объекта);
- S – номер объекта (МУ);
- G – номер временного интервала (периода);
- X_5 , X_6 – входные факторы.

Согласно методу Фостера-Стьюарта и методу сравнения средних, гипотеза об отсутствии тренда во ВР $X_5(\bar{t})$ отвергается, т.е. при доверительной вероятности оценки $p = 0,95$ и выборки $N = 20$ подтверждается гипотеза о наличии временного тренда.

Из протокола «Модели временного ряда» для $X_5(\bar{t})$ следует, что наилучшей аппроксимацией этого ВР является парабола:

$$Y(\bar{t}) = 2,842 + 1,075t + 0,999t^2. \tag{33}$$

Модель в целом статистически значима: критерий Фишера-Снедекора равен $F = 8458,6$.

Ноль гипотеза:

$$H_0 : F > F_{\alpha; \nu_1, \nu_2}(\alpha; \nu_1, k - 1; \nu_2, N - k)?.$$

Здесь

$F_{таб}$ – табличное (критическое) значение критерия;
 α – уровень значимости ($\alpha = 1 - p = 0,05$);
 ν_1 – число степеней свободы числителя F -критерия;
 k – число членов уравнения регрессии (33) ($k = 3$);
 ν_2 – число степеней свободы знаменателя ($N - k = 17$).

По статистическим таблицам F -критерия находим:

$$F_{табл}(0,05; 2; 17) = 3,59.$$

Таким образом, $F = 8458,6 > F_{табл} = 3,59$. Нуль-гипотеза выполняется с большим запасом.

Далее получены точечный прогноз и доверительные интервалы: $X_5 |_{\bar{t}=21} = 6,993 \pm 0,5$. Значение точечного прогноза $X_5 |_{\bar{t}=21}$ подставляется в нейросетевую усредненную модель (см. ниже).

Прогнозная кривая для $X_5(\bar{t})$ показана на рис. 5. Результаты прогноза по ВР $X_6(\bar{t})$ получаются аналогично и представлены на рис. 6. Для остальных объектов 2...9 результаты прогнозирования по ВР для входных факторов $X_5(\bar{t})$, $X_6(\bar{t})$ выполняются аналогично.

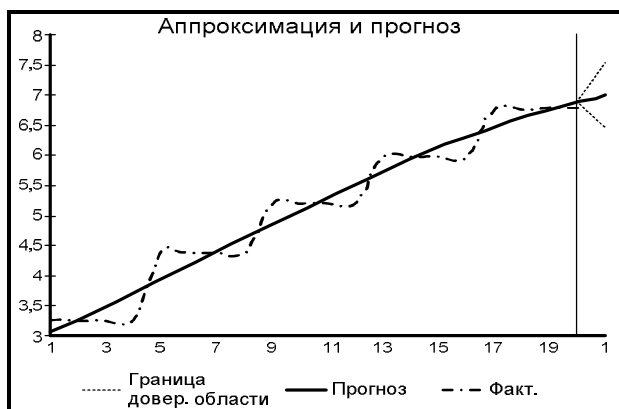


Рис. 5. Объект 1, $X_5(t)$

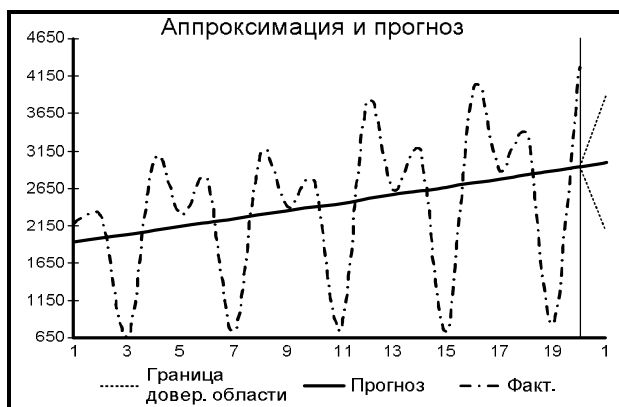


Рис. 6. Объект 1, $X_6(t)$

9.2. Расчет прогноза выходной величины Φ по многомерной НСМ

В табл. 4 показаны результаты расчета прогнозных значений выходной (моделируемой) величины – показателя Φ эффективности работу МУ (прогноз на три месяца вперед, период времени 21). Прогноз выполнен

для каждого объекта отдельно, причем по шести независимым НСМ.

В конце табл. 4 приведены данные прогноза по усредненной НСМ, которые служат исходными данными при решении ЗЛП при распределении ФМР между МУ.

Выпишем финишные результаты прогноза значения Φ в точке прогноза по усредненной модели:

- объект 1 – $\Phi = 0,0245$;
- объект 2 – $\Phi = 0,0246$;
- объект 3 – $\Phi = 0,0231$;
- объект 4 – $\Phi = 0,0225$;
- объект 5 – $\Phi = 0,0224$;
- объект 6 – $\Phi = 0,0228$;
- объект 7 – $\Phi = 0,0233$;
- объект 8 – $\Phi = 0,0136$;
- объект 9 – $\Phi = 0,0138$.

На рис. 7 показаны прогнозные кривые для 2-го объекта, рассчитанные по шести независимым НСМ. Видно, что кривые образуют плотный пучок. Это свидетельствует об адекватности прогнозной многофакторной НСМ. Изломы на кривых объясняются тем, что в каждый последующий интервал времени изменяются входные факторы X_1 , $X_4(\bar{t})$, $X_5(\bar{t})$, $X_6(\bar{t})$, которые при подстановке в НСМ приводят к изломам на кривой $\Phi(X(\bar{t}), \bar{t})$. Аналогично можно построить графики и для остальных объектов.

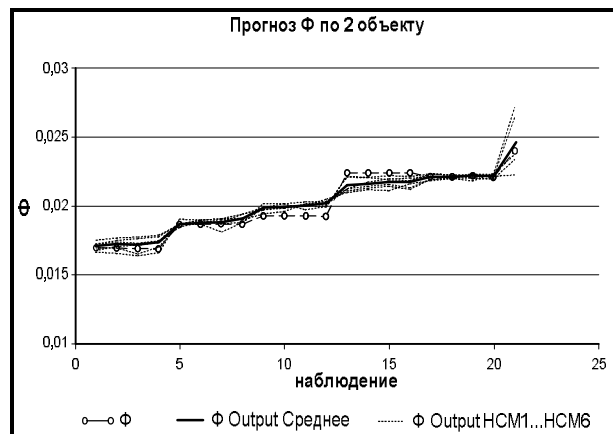


Рис. 7. Прогноз Φ по 2-му объекту

9.3. Прикладная компьютерная методика распределения ФМР в трехуровневой системе

Найденные прогнозные значения $\{\Phi_{ij}\}$ подставляются в ЗЛП (7) и (8) и находятся $\{Y_{ij}\}$.

Таблица 4

РАСЧЕТ ПРОГНОЗНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ВЫХОДНЫХ ВЕЛИЧИН ДЛЯ ПЕРИОДА ВРЕМЕНИ 21 ПО РАЗЛИЧНЫМ НЕЗАВИСИМЫМ МОДЕЛЯМ

Период	Объект	Φ_1 Output	Φ_2 Output	Φ	Φ Output	Φ Output - Φ	Delta, %
НСМ – mlp1_sigm							
21	1	0,2078	0,0826	0,0215	0,0263	0,0048	23
21	2	0,2052	0,0832	0,0240	0,0265	0,0025	11
21	3	0,0152	0,0921	0,0200	0,0276	0,0076	38

Период	Объект	Ф1 Output	Ф2 Output	Ф	Ф Output	Ф Output - Ф	Delta, %
21	4	0,0846	0,0821	0,0202	0,0252	0,0050	25
21	5	0,0776	0,0820	0,0185	0,0250	0,0065	35
21	6	0,0723	0,0847	0,0195	0,0259	0,0064	33
21	7	0,0157	0,0931	0,0181	0,0280	0,0099	55
21	8	0,4932	0,0258	0,0177	0,0118	-0,0059	33
21	9	0,4895	0,0268	0,0170	0,0121	-0,0049	29
HC2 – mlp2_sigm							
21	1	0,3187	0,0709	0,0215	0,0235	0,0020	9
21	2	0,3188	0,0710	0,0240	0,0235	-0,0005	2
21	3	0,3190	0,0704	0,0200	0,0234	0,0034	17
21	4	0,3172	0,0684	0,0202	0,0226	0,0024	12
21	5	0,3172	0,0684	0,0185	0,0226	0,0041	22
21	6	0,3179	0,0691	0,0195	0,0229	0,0034	17
21	7	0,3191	0,0705	0,0181	0,0234	0,0053	29
21	8	0,2809	0,0482	0,0177	0,0131	-0,0046	26
21	9	0,2830	0,0483	0,0170	0,0132	-0,0038	22
HC3 – mlp2_sigm th							
21	1	0,3307	0,0708	0,0215	0,0237	0,0022	10
21	2	0,3309	0,0709	0,0240	0,0238	-0,0002	1
21	3	0,3301	0,0664	0,0200	0,0226	0,0026	13
21	4	0,3248	0,0635	0,0202	0,0216	0,0014	7
21	5	0,3246	0,0634	0,0185	0,0215	0,0030	16
21	6	0,3263	0,0643	0,0195	0,0219	0,0024	12
21	7	0,3308	0,0667	0,0181	0,0227	0,0046	25
21	8	0,2933	0,0473	0,0177	0,0137	-0,0040	22
21	9	0,2939	0,0475	0,0170	0,0139	-0,0031	18
HC4 – mlp1_th							
21	1	-0,5229	0,0863	0,0215	0,0269	0,0054	25
21	2	-0,5307	0,0867	0,0240	0,0272	0,0032	13
21	3	-0,5873	0,0734	0,0200	0,0211	0,0011	5
21	4	-0,5697	0,0737	0,0202	0,0218	0,0016	8
21	5	-0,5766	0,0737	0,0185	0,0215	0,0030	16
21	6	-0,5713	0,0733	0,0195	0,0217	0,0022	11
21	7	-0,5827	0,0730	0,0181	0,0211	0,0030	17
21	8	1,2533	0,0207	0,0177	0,0119	-0,0058	33
21	9	1,2311	0,0205	0,0170	0,0122	-0,0048	28
HC5 – mlp2_th							
21	1	0,0174	0,0745	0,0215	0,0244	0,0029	14
21	2	0,0203	0,0747	0,0240	0,0245	0,0005	2
21	3	-0,0407	0,0710	0,0200	0,0225	0,0025	13
21	4	-0,0438	0,0707	0,0202	0,0224	0,0022	11
21	5	-0,0484	0,0704	0,0185	0,0222	0,0037	20
21	6	-0,0401	0,0710	0,0195	0,0225	0,0030	16
21	7	-0,0365	0,0713	0,0181	0,0227	0,0046	25
21	8	0,3982	0,0446	0,0177	0,0132	-0,0045	25
21	9	0,3997	0,0447	0,0170	0,0133	-0,0037	22
HC6 – mlp2_th_sigm							
21	1	0,3240	0,0685	0,0215	0,0223	0,0008	4
21	2	0,3241	0,0685	0,0240	0,0223	-0,0017	7
21	3	0,3173	0,0683	0,0200	0,0219	0,0019	10
21	4	0,3175	0,0683	0,0202	0,0219	0,0017	8
21	5	0,3150	0,0681	0,0185	0,0218	0,0033	18
21	6	0,3187	0,0683	0,0195	0,0220	0,0025	13
21	7	0,3193	0,0684	0,0181	0,0220	0,0039	22
21	8	0,3302	0,0538	0,0177	0,0182	0,0005	3
21	9	0,3303	0,0538	0,0170	0,0182	0,0012	7
Осреднение							
21	1	0,1126	0,0756	0,0215	0,0245	0,0030	14
21	2	0,1114	0,0758	0,0240	0,0246	0,0006	3
21	3	0,0589	0,0736	0,0200	0,0232	0,0032	16
21	4	0,0718	0,0711	0,0202	0,0226	0,0024	12
21	5	0,0682	0,0710	0,0185	0,0224	0,0039	21
21	6	0,0706	0,0718	0,0195	0,0228	0,0033	17
21	7	0,0610	0,0738	0,0181	0,0233	0,0052	29
21	8	0,5082	0,0401	0,0177	0,0136	-0,0041	23
21	9	0,5046	0,0403	0,0170	0,0138	-0,0032	19

10. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ОБОБЩЕННОГО МУЛЬТИПЛИКАТИВНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ БЮДЖЕТНЫХ УСЛУГ Φ ОТ ЗАТРАТНЫХ ФАКТОРОВ

Затратными факторами являются:

- X_5 – расходы на обучение одного учащегося в течение года, тыс. руб./чел.;
- X_6 – общие расходы образовательного учреждения за один квартал, тыс. руб.

Построенная НСМ позволяет выявить скрытые закономерности по взаимосвязям качества обучения по числовой мере Φ с затратными показателями X_5 и X_6 . Напомним, что обобщенный показатель Φ представляет собой мультипликативную свертку частных показателей: Φ_1 , который характеризует профессиональный уровень преподавательского состава, и Φ_2 , который характеризует внешние показатели качества учебного процесса.

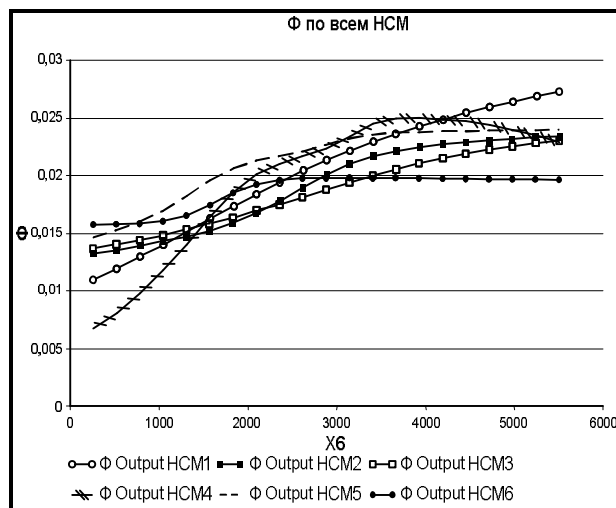


Рис. 8. $\Phi(X_6)$ по всем НСМ

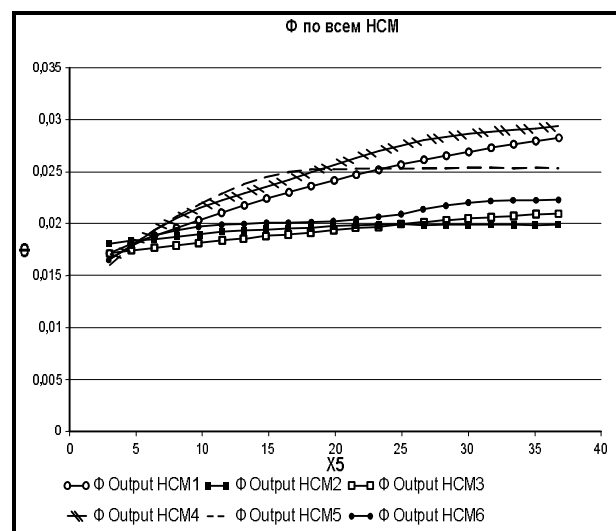


Рис. 9. $\Phi(X_5)$ по всем НСМ

Для примера на рис. 8 и 9 показаны зависимости для $\Phi(X_5)$ и $\Phi(X_6)$ для 6 независимых видов НСМ. Видно, что усредненная для этих 6 НСМ зависимость растет примерно линейно по X_6 . При этом скорость роста функции составляет: увеличение Φ на 220% при росте X_6 на 5 000 тыс. руб. Другими словами чувствительность функции Φ по аргументу X_6 довольно высокая, что хорошо интерпретируется: чем выше фонд оплаты труда и прочие затраты образовательного учреждения на учебный процесс, тем выше качество учебного процесса по внешним показателям.

Следовательно, выдвинутый тезис о принципе распределения ФМР между МУ, пропорционально коэффициентам эффективности деятельности Φ , по крайней мере для общеобразовательных учреждений, является состоятельным.

Усредненная зависимость $\Phi(X_5)$ тоже растет примерно линейно со скоростью 35% при увеличении X_5 на 35 тыс. руб. Это можно интерпретировать следующим образом. Чем выше расходы бюджетных средств на одного ученика в течение учебного года, т.е. чем выше фонд оплаты труда преподавателей, а также расходы на учебные пособия и различные организационные мероприятия непосредственно связанные с учебным процессом, тем выше качество усвоения материала и эффективнее творческое развитие личности учеников, отображаемой во внешние показатели (качество успеваемости, победы на олимпиадах и конкурсах городского, регионального и российского уровня).

Литература

1. Методические рекомендации субъектам РФ и муниципальным образованиям по регулированию межбюджетных отношений [Текст] : приказ М-ва финансов РФ от 27 авг. 2004 г. №243. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
2. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики [Текст] / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. – М. : Юнити, 1998. – 1022 с.
3. Бирюков А.Н. Алгоритм оценки показателей качества работы бюджетных муниципальных структур на основе нейросетевой математической модели [Текст] / А.Н. Бирюков // Государственный информационный центр информационных технологий. – ОФАП №8386 от 13.12.2006, ВНИЦ №50200602194 от 18.12.2006.
4. Бирюков А.Н. Концептуальный базис построения нейросетевой модели муниципального бюджетирования [Текст] / А.Н. Бирюков, О.И. Глущенко, С.А. Горбатков // Информационные технологии. – 2007. – №6. – С. 43-54.
5. Бирюков А.Н., Глущенко О.И. Комбинированный системный синергетический информационный подход к исследованию проблемы муниципального бюджетирования муниципальных структур [Текст] / А.Н. Бирюков, О.И. Глущенко // Вопросы экономических наук. – 2007. – №1. – С. 66-69.
6. Бирюков А.Н., Глущенко О.И. Методика двухуровневого распределения муниципального бюджета на основе нейросетевой модели [Текст] / А.Н. Бирюков, О.И. Глущенко // Вестник СамГУ. – 2006. – №8. – С. 106-111.
7. Бирюков А.Н., Глущенко О.И. Оценка риска уменьшения прогнозного уровня наполнения бюджета муниципального образования ниже заданного уровня [Текст] / А.Н. Бирюков, О.И. Глущенко // Вестник СамГУ. – 2006. – №10/1. – С. 157-164.
8. Бирюков А.Н., Глущенко О.И. Экономическая концепция новой методики муниципального бюджетирования [Текст] /

- А.Н. Бирюков, О.И. Глущенко // Проблемы экономики. – 2006. – №6. – С. 263-267.
9. Букаев Г.И. Модернизация системы налогового контроля на основе нейросетевых информационных технологий [Текст] / Г.И. Букаев, Н.Д. Бублик, С.А. Горбатков, Р.Р. Сатаров. – М. : Наука, 2001.
 10. Галушкин А.И. Теория нейронных сетей [Текст] : учеб. пособие для вузов / А.И. Галушкин. – М. : Радиотехника, 2000. Кн. 1. – 416 с.
 11. Горбатков С.А., Полупанов Д.В. Повышение эффективности нейросетевых математических моделей для сложных экономических систем [Текст] / С.А. Горбатков, Д.В. Полупанов // Труды Междунар. науч. конф. «Моделирование, вычисления, проектирование в условиях неопределенности – 2000» (Уфа, Россия, 2-5 февраля 2000 г.). – Уфа : Изд. Уфимского госуд. авиац. технич. ун-та, 2000.
 12. Гуревич И.М. Законы информатики – основа исследований и проектирования сложных систем [Текст] / И.М. Гуревич. – М. : Новые технологии, 2003. – 24 с.
 13. Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютеринг и его применение в экономике и бизнесе [Текст] : учеб. учеб.-аналит. ин-та МИФИ / А.А. Ежов, С.А. Шумский ; под ред. проф. В.В. Харитонов. – М. : Изд. Московск. инж.-физич. ин-та, 1998. – 384 с.
 14. Назаров А.В., Лоскутов А.И. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации систем [Текст] / А.В. Назаров, А.И. Лоскутов. – СПб. : Наука и техника, 2003. – 384 с.
 15. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности [Текст] / И.В. Прангишвили. – М. : СИНТЕГ, 2000. – 528 с. – (Системы и проблемы управления).
 16. Управление риском : риск, устойчивое развитие, синергетика [Текст]. – М. : Наука, 2000.
 17. Урманцев Ю.А. Общая теория систем: состояние, приложение и перспективы развития [Текст] / Ю.А. Урманцев // Система, симметрия, гармония : сб. статей. – М. : Мысль, 1988. – С. 38-124.
 18. Федосеев В.В. и др. Экономико-математические методы и прикладные модели [Текст] / В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш, Д.М. Дайнтбеков ; под ред. В.В. Федосеева. – М. : ЮНИТИ, 1999. – 391 с.
 19. Хайкин А.А. Нейронные сети [Текст] : полный курс / А.А. Хайкин ; пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Вильямс, 2006. – 1104 с.
 20. Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ [Текст] : федеральный закон от 6 октября 2003 г. №131-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
 21. О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации» [Текст] : федеральный закон от 4 июля 2003 г. №95-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

Ключевые слова

Муниципальное бюджетирование; муниципальное образование (МО); муниципальное учреждение (МУ); субвенции; фонд материального развития (ФМР); нейросетевая модель (НСМ); временной ряд (ВР); производственная функция (ПФ); системный анализ; информационная система (ИС).

Лялин Вадим Евгеньевич

Соловьева Светлана Александровна

РЕЦЕНЗИЯ

В современных условиях развития российской экономики актуальным является обеспечение сбалансированности расходной и доходной частей бюджета на всех его уровнях. Издан приказ Министра финансов РФ от 27.08.2004 г. № 243 «О методических рекомендациях субъектам Российской Федерации и муниципальным образованиям по регулированию

межбюджетных отношений», который регламентирует реализацию новой Концепции повышения эффективности межбюджетных отношений и качества управления государственными и муниципальными финансами в РФ на 2006-2008 годы. Однако это методическая разработка носит открытый характер в том аспекте, что ряд формул, по которым определяется размер субвенций муниципальным образованиям (МО), содержит экспертно задаваемые коэффициенты и, значит, не лишена элементов субъективизма. Данная методическая разработка также «открыта снизу», т.е. она никак не определяет распределение фонда материального развития между муниципальными учреждениями в функции от результативности (эффективности) их деятельности.

Научная новизна проведенного исследования заключается в том, что авторами разработана оригинальная экономическая концепция планирования расходной части бюджета муниципальных образований на основе комбинированного системного синергетического информационного подхода.

Практическая значимость работы состоит в том, что она создает научные основы для прикладной методики планирования распределения бюджетных средств МО, которое максимально приближено к реальным условиям и реализует принципы прозрачного и справедливого распределения в рамках существующего законодательства РФ. В частности, методика учитывает как интересы МО (равномерное социально-экономическое развитие территорий в аспекте предоставления бюджетных услуг), так и интересы муниципальных учреждений (получение фонда материального развития пропорционально эффективности их деятельности).

Следует отметить, что особый интерес представляет оригинальная гибридная модель для уровня III предлагаемой системы муниципального бюджетирования, поскольку методологию ее построения можно применить ко многим экономическим статистическим и динамическим объектам. Однако достаточно чрезмерно формальный принцип ее описания делает невозможным понимание ее идей практически подавляющим числом экономистов и других специалистов подразделений бюджетных управлений МО.

Работа заслуживает положительной оценки, тема, затронутая авторами, является весьма актуальной, работа может быть рекомендованной к изданию.

Дедов Л.А., д.э.н., профессор «Интеллектуальные информационные технологии в экономике» ИжГТУ, заслуженный деятель науки Удмуртской Республики

3.6. ECONOMIC CONCEPT OF MUNICIPAL FORMATION EXPENDITURE BUDGET PLANNING IN MULTILEVEL BUDGETING SYSTEM WITH DIFFERENT LAYER-DEPENDENT SUBVENTION DISTRIBUTION PRINCIPLES

V.E. Lyalin, Doctor of Science, Professor, Department Chairman of «Intelligent IT in Economics»;
S.A. Soloviova, Degree-seeking Student, Department Assistant of «Intelligent IT in Economics»

Izhevsk State Technical University

We suggest scientifically based approach to municipal formation expenditure budget planning in multilevel financial and economic system that realizes different layer-dependent financial means distribution principles with respect to the interests of municipal formation.

Literature

1. Methodical recommendations to subjects of the Russian Federation and municipal formations on regulation of interbudgetary relations // The order of the Ministry of Finance of the Russian Federation, № 243, August, 27 2004.
2. A.N. Birjukov, O.I. Gluschenko. Combined system synergetic information approach to research of a problem of municipal budgeting of municipal structures // Voprosy jekonomicheskikh nauk. – №1(23). – 2007. – P. 66-69.

3. A.N. Birjukov, O.I. Gluschenko. The technique of two-level distribution of the municipal budget on a basis of neural net models // Vestnik SamGU. – №8(48). – Samara: Publishing house « Samarskij universitet », 2006. – P. 106-111.
4. I.V. Prangishvili. The system approach and system laws. A series "Systems and problems of management". – Moscow: SINTEG, 2000. – 528 p.
5. J.A. Urmancev. The general systems theory: condition, application and prospects of development // Sistema, simmetrija, garmoniya. The Proceedings. – Moscow: Mysl', 1988. – P. 38-124.
6. A.N. Birjukov, O.I. Gluschenko. The economic concept of a new technique of municipal budgeting // Problemy jekonomiki. – №6(13). – 2006. – P. 263-267.
7. A.N. Birjukov, O.I. Gluschenko, S.A. Gorbatkov. Conceptual basis of neural net models construction for municipal budgeting // Informacionnye tehnologii. – №6. – 2007. – P. 43-54.
8. A.N. Birjukov, O.I. Gluschenko. Risk estimation of a look-ahead level of municipal formation budget filling reduction below the set level. // Vestnik SamGU. – №10/1(50). – Samara: Publishing house « Samarskij universitet », 2006. – P. 157-164.
9. S.A. Ajvazjan, V.S. Mhitarjan. The applied statistics and basis econometrics. – Moscow: Juniti, 1998. – 1022 p.
10. V.V. Fedoseev, A.N. Garmash, D.M. Dajntbegov, etc. Economic-mathematical methods and applied models / Under edition of V.V. Fedoseev. Moscow: JUNITI, 1999. – 391 p.
11. A.N. Birjukov. Algorithm of quality indicators estimation of budgetary municipal structures work on a basis of neural net mathematical model // The state information centre of an information technology. OFAP №8386, 13.12.2006, VNTIC №50200602194, 18.12.2006.
12. I.M. Gurevich. Computer science laws – a basis of researches and designing of complex systems. – Moscow: Novye tehnologii, 2003. – 24 p.
13. Management of risk: Risk, the Sustainable development. Synergetic. – Moscow.: Nauka, 2000.
14. A.I. Galushkin. The theory of neural networks. Book 1. The manual for high schools. – M.: The publishing enterprise of edition of magazine «Radiotekhnika », 2000. – 416 p.
15. S. Haykin. Neural Networks: A Comprehensive Foundation, 2nd ed., Moscow: Williams, 2006. – 1104 p.
16. S.A. Gorbatkov, D.V. Polupanov. Efficiency increase of neural net mathematical models for complex economic systems // Modeling, calculations, designing in the conditions of uncertainty – 2000. The proceedings. – Ufa: The publishing house of USATU, 2000.
17. A.A. Ezhov, S.A. Shumskij. Neural-computing and its application in economy and business: The textbook of analytical institute of MIFI / Under edition of prof. V.V. Haritonov. – Moscow.: The publishing house of The Moscow engineering-physical institute, 1998. – 224 p.
18. A.V. Nazarov, A.I. Loskutov. Neural net algorithms of systems forecasting and optimization. St.-Petersburg: Nauka i tehnika, 2003. – 384 p.
19. G.I. Bukaev, N.D. Bublik, S.A. Gorbatkov, R.R. Sattarov. Modernization of system of the tax control on a basis of neural net information technology. – Moscow.: Nauka, 2001.
20. About the general principles of the organization of local government in the Russian Federation // the Federal law, №131-FZ, October, 6 2003.
21. About modification and additions in the Federal law «About the general principles of the organization of local government in the Russian Federation» // the Federal law, №95-FZ, July, 4 2003.

Keywords

Municipal budgeting; municipal formation; municipal authorities; subvention; material development fund; neuron network model; time series, production function; system analysis; information system.