

Экономическая сущность функционально-стоимостного анализа в современных условиях хозяйствования

Е.И.Данилина, д.э.н.,

профессор кафедры Финансов и экономического анализа,
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Московской области
«Королевский институт управления, экономики и социологии»,
г. Королев, Московская область,

В.Н.Данилин, д.э.н.,

профессор кафедры политической экономии
и международных экономических отношений,
Российский государственный социальный университет,
г. Москва

Рассмотрена сущность функционально-стоимостного анализа в условиях перехода на инновационный путь развития. На основе критического рассмотрения имеющихся определений ФСА предложена авторская трактовка этого понятия. В качестве критерия эффективности применения ФСА предложено использование показателя перспективной рентабельности каждого предприятия за период не менее 3-5 лет с корректировкой на внедрение достижений научно-технического прогресса, с учетом передового отечественного и зарубежного опыта.

Функционально-стоимостной анализ, воспроизводство, затраты, эффективность производства.

Современный период развития экономики характеризуется переводом ее на преимущественно инновационный путь развития на основе модернизации промышленности, приоритетного развития наукоемких отраслей, увеличения выпуска продукции с высокой

степенью передела, ослабления ресурсной, в том числе сырьевой зависимости с отказом от ориентации только на энерго-сырьевую специализацию страны.

Указанные мероприятия должны осуществляться в тесной увязке с вопросами эффек-

тивности производства, так как решение стоящих задач должно осуществляться не любой ценой, а с учётом и осуществляемых затрат, и получаемых результатов. В этой связи возрастает роль и значение ФСА в решении этих задач, что предполагает уточнение понятия рассматриваемого метода и его воздействия на производителей и потребителей продукции в условиях изменяющегося хозяйственного механизма и необходимости решения новых хозяйственных задач.

В период зарождения ФСА встречались лишь единичные случаи его применения. В дальнейшем, по мере разработки теории, приобретения практического опыта появляются первые успехи внедрения ФСА.

Основной период развития ФСА пришелся на экстенсивный способ расширенного воспроизводства. Это подтверждается тем, что в теории ФСА предусматривалась необходимость минимизации издержек, необходимых для изготовления изделия, выполняющего заданные функции, в том числе и устранение так называемых "излишних" издержек, не имеющих прямого отношения к назначению изделия и связанных с несовершенством конструкции, технологии и использованием не эффективных материалов. В этой связи многие специалисты по ФСА основной

целью проведения данного метода считают снижение себестоимости изделий и расходов на эксплуатацию [1 с.12, 2 с.9, 3 с. 25].

По нашему мнению, отличие ФСА от других методов анализа заключается в увязке затрат с функцией и качеством, а традиционное снижение себестоимости осуществляется безотносительно получаемых конечных результатов.

Как отмечают отдельные авторы, целью ФСА в применении к конкретным изделиям "является исключение избыточности на основе выявления лишних функций и, соответственно, лишних деталей, конструктивных или технологических элементов, то есть перевод объекта /системы/ из существующего в новое, желаемое состояние" [4 с.28]. Отличительной характеристикой и особенностью метода ФСА, по их мнению, является соответственно соизмерение значимости, важности функций с затратами на их осуществление. При этом значимость и важность функций предполагается измерить в баллах, которые не корреспондируют с затратами, а также не ясно, каким критериям должно соответствовать указанное соотношение.

Подобная позиция нашла отражение и в многочисленных определениях метода ФСА у различных авторов, причём многие из них носят достаточно

общий характер, и не раскрывают его специфических черт и особенностей. Так, например, по утверждению одних авторов, ФСА - это только "анализ затрат на основе потребительной стоимости" [6 с.24]. Аналогичным является определение, согласно которому « ФСА - метод системного исследования объекта, направленный на повышение эффективности использования материальных и трудовых ресурсов» [9 с.28].

Совершенно очевидно, что повышение эффективности производства может быть достигнуто и с помощью других экономических методов, не имеющих отношения к ФСА. По нашему мнению, в приведённых выше определениях произведена подмена сущности ФСА, специфических черт и особенностей целью его использования.

Другой методологический подход к определению ФСА, характерный для периода экстенсивного способа расширенного воспроизводства, заключается в необходимости минимизации затрат при одновременном сохранении или даже увеличении полезного эффекта. Так, например, в литературе встречается определение, в котором "...под ФСА понимается метод системного исследования функций объекта /изделия, процесса, структуры/, направленный на минимизацию затрат в сферах проектирова-

ния, производства и эксплуатации объекта при сохранении /повышении/ его качества и полезности" [11 с.19]. Подобное определение можно найти у Соболева Ю.М.: "ФСА в настоящее время - это метод проведения системной технико-экономической работы над объектом, направленный как на максимально рациональное обеспечение функций, так и на сокращение экономических затрат" [7 с. 25].

Аналогичное определение ФСА даёт американское общество специалистов по ФСА/ Society of American Value Engineering/: "функционально-стоимостной анализ - это системное применение определённой техники, которая устанавливает стоимость функций в денежном отношении и обеспечивает необходимую надёжность функции на основе минимальных полных затрат" [12 с.30].

По мнению О.Г.Скрипкина "...средства должны обеспечить уменьшение или ограничение этих затрат, сохраняя на требуемом уровне качество и надёжность изделия" [6 с.21]. В соответствии с таким пониманием сущности ФСА некоторые авторы целью ФСА считают достижение максимальной потребительной стоимости. Считается, что она достигается, "когда заданные функции осуществляются при минимальных затра-

тах" [10 с.31].

Как видно из приведённых определений, метод ФСА чаще всего может использоваться только как инструмент минимизации затрат, главным образом для устранения излишних и непроизводительных расходов. Объясняется это тем, что сокращение затрат зачастую не сопровождается сохранением, а тем более повышением уровня исполнения функций изделия, поскольку указанные процессы носят разнонаправленный характер. Для повышения потребительских свойств готовых изделий, зачастую требуется увеличение издержек производства и наоборот, их сокращение сопровождается неудовлетворительным исполнением функций, вследствие чего получаемый эффект "съедается" ухудшением качества продукции.

Таким образом, недостатком приведённых выше определений и, соответственно, вытекающего отсюда методологического подхода в осуществлении указанного метода, является сужение сферы его действия, ограничение его устранением излишних, зачастую, непроизводительных расходов, что является очевидным и не требует проведения большой аналитической работы.

Следует отметить, что в основу указанного подхода к определению ФСА положен принцип минимальности, который критиковал ещё академик

Струмилин С.Г., который в этой связи писал: "Нельзя также ставить своей важнейшей задачей минимум затрат рабочего времени в производстве безотносительно к его результатам, ибо такой безусловный его минимум - это нуль, а с нулевыми затратами и результат их будет нулевым" [4 с.38].

Указанный принцип минимальности был приемлем в условиях преимущественно экстенсивного способа расширенного воспроизводства, для которого характерным было увеличение использования производственных ресурсов прежнего качества, что гарантировало получение соответствующего результата при сравнительно невысоком уровне эффективности производства. С переходом на преимущественно инновационный способ ведения хозяйства центр тяжести переносится на увеличение затрат, связанных с совершенствованием производственных ресурсов, включая трудовые, что обеспечивает осуществление расширенного воспроизводства при значительно более высоком уровне эффективности производства. В этой связи в принципе правильная формула, кратко выражающая сущность критерия эффективности, а именно "максимум результата при минимуме затрат" в новых условиях хозяйствования должна быть заменена на формулу "максимум результата с каждой

единицы производственных ресурсов". При внешней их схожести они имеют существенное различие. Оно заключается в том, что фактически, как известно, производственный цикл начинается с потребления производственных ресурсов. Их минимизация, как этого требует первая формула, на данной стадии объективно способствует устранению дополнительных затрат, связанных с совершенствованием ресурсов, хотя в дальнейшем указанный фактор и привёл бы к значительно более высокому результату. А именно данное обстоятельство является основополагающим содержанием интенсификации производства, вследствие чего ныне действующая формула эффективности производства в новых условиях хозяйствования является неприемлемой.

Другим недостатком рассматриваемых определений является отсутствие в них указания на получение конечного результата в сопоставлении с минимизированными затратами. При этом ссылка в определении на сохранение или повышение качества продукции не может заменить необходимость определения достаточного уровня эффективности производства, как главной цели, которая достигается с помощью ФСА. Нам представляется, что минимальные затраты, стоящие в основе вышеприведённых определений, приемлемы лишь в

тех случаях, когда имеются многие варианты и по их величине необходимо выбрать лучший из них, то есть в условиях сравнительной эффективности и не охватывает проблему в целом.

Таким образом, общим для большинства определений ФСА являются высказывания о необходимости минимизации затрат, что соответствует экстенсивному способу расширенного воспроизводства. Однако, в условиях перехода на инновационный путь развития высказывание о "минимизации затрат" себя изжило. Повысить эффективность производства можно двумя способами: как за счёт снижения затрат, так и путём использования более высокопроизводительной техники и технологии при совершенствовании всех производственных ресурсов, то есть при увеличении затрат в абсолютном выражении и одновременном резком снижении в расчёте на единицу выпускаемой продукции.

Причём минимальные затраты достигаются не только за счёт ликвидации непроизводительных расходов, но зачастую свидетельствуют об использовании отсталой техники и технологии, которые могут обеспечить выпускаемую продукцию лишь с прежним уровнем качества и низкими показателями эффективности.

В этой связи, на наш взгляд, положительным следует

считать указание в определении ФСА на возможность увеличения конечного результата за счёт повышения затрат, что является характерной чертой интенсивного способа расширенного воспроизводства. Подобную точку зрения можно найти у М.Карпунина "...в результате ФСА затраты несколько увеличиваются, но это оправдывается более значительным повышением полезности" [1 с. 25]. Однако автор не указывает, до каких пределов оправдываются повышенные затраты и что понимается под значительным повышением полезности.

Аналогичные высказывания содержатся и у других авторов, которые считают, что «ФСА /максимизация стоимости системы/ может быть достигнута не только за счёт снижения затрат на разработку и изготовление изделия, но и путём повышения степени его полезности» [6 с.28, 8 с.42]. В этом определении также не поясняются пределы и критерии повышения степени полезности изделия и как это соотносится с достигнутым уровнем эффективности производства.

По нашему мнению, конструктивным направлением развития теории по ФСА является указание в его определении на необходимость достижения оптимального соотношения между потребительскими свойствами изделия и затратами на их создание. Так у А.П. Ковалё-

ва - "это метод системного исследования функций, структур и технико-экономических показателей изделия..., направленный на оптимизацию соотношения между потребительскими свойствами изделия и затратами на их создание, производство и эксплуатацию" [2 с.40].

У всех указанных авторов в основу определения ФСА положена необходимость повышения эффективности производства. Однако не учтено, в каких пределах допускается соотношение получаемых результатов и производимых затрат, то есть какой минимальный уровень эффективности производства является приемлемым.

В современных условиях перехода к рынку и необходимости осуществления интенсификации производства необходим принципиально иной методологический подход к пониманию сущности ФСА. В настоящее время метод ФСА может рассматриваться как основа системы регулирования "затраты - качество - эффективность".

По нашему мнению, в основе эксплуатации любого изделия /системы, объекта и т.п./ лежит выполнение его функций, поэтому в условиях инновационного пути развития основополагающим становится функциональный подход, предполагающий "рассмотрение функций объекта и его элементов с целью наиболее полного выполнения заданных требова-

ний и обеспечения эффективных путей их реализации"[5 с. 36]. А так как понятие "функция" характеризует способность обеспечивать потребительское свойство, то она характеризует его как качественно, так и количественно. Основное функциональное назначение изделия определяется не разработчиками или производителями, а потребителями, то есть рынком. В этом, на наш взгляд, и состоит принципиально новый подход к методу ФСА.

Поскольку качество выражается через функцию, то это понятие представляет особый интерес. В литературе по ФСА предлагаются разные понятия "функции". Функцией называется качественный аспект потребительского свойства, то есть тот аспект, который в корне отличает данное потребительское свойство от другого, "все свойства объекта /назначение, характеристика, вид деятельности/, действие, которое должно или может выполнять анализируемый объект или его элементы, целенаправленное действие, которое должно выполнить объект анализа или его элементы в соответствии с их назначением. В одобренных Государственным комитетом по науке и технике "Основных положениях методики проведения ФСА" функцию определяют как "проявление и /или/ сохранение свойств какого-либо объекта в данной системе отношений, а

также действие, воздействие" [5 с.16]. В этих формулировках не показано основное содержание функции - её направленность на достижение предназначенной цели.

С нашей точки зрения, "функция" должна в первую очередь быть взаимосвязана с удовлетворением конкретных потребностей потребителя. С этой позиции в литературных источниках метод ФСА мало известен. Как правило, излишние затраты обычно связаны с повышенной, не требующейся потребителю функциональностью изделий, что вызывает дополнительный расход производственных ресурсов и снижение эффективности производства. Потребителя, в конечном счете, интересуют не изделия, а функции, которые выполняют эти изделия. Поэтому мы считаем, что ФСА должен быть основан на изучении спроса потребителей, то есть потребностей, подкреплённых финансовыми возможностями.

Для характеристики потребительской стоимости используются понятия "Качество функционирования" и "Функциональная отдача". Кроме совокупности полезных свойств количественное определение функции позволяет сопоставлять одинаковые в качественном отношении потребительские свойства и их совокупность - потребительские стоимости. Как известно, под по-

ребительной стоимостью понимается полезность изделия, его способность удовлетворять какую-то потребность человека, что достигается совокупностью его полезных свойств, необходимых потребителю.

Уровень качества должен определять потребитель. Функция - это совокупность свойств изделия, определяющих его качество, в сопоставлении с конкретной потребностью. Функция продукции через качественные показатели отвечает на вопрос, в какой степени потребительная стоимость удовлетворяет определённую потребность. В условиях рыночных отношений значение потребительной стоимости возрастает, так как производство заинтересовано в выполнении требований рынка и удовлетворении общественных потребностей.

Существует ряд точек зрения на взаимосвязанные экономические категории: потребительную стоимость, качество, функцию. В частности, потребительная стоимость рассматривается как совокупность потребительских свойств, вследствие чего качество трактуется как расширенное определение потребительной стоимости. Следующее мнение заключается в определении назначения потребительной стоимости приносить полезный эффект. Это тоже расширенная трактовка, поскольку эффект

является составной частью эффективности. Указанные точки зрения относят потребительную стоимость к категории качества или продукции.

По нашему мнению, данные определения не бесспорны. Для ФСА важно чёткое разграничение экономических категорий: потребительная стоимость, качество, функция, поскольку в зависимости от их понимания строится методология ФСА, выявляются резервы повышения эффективности производства.

В этой связи нам представляется, что при проведении ФСА уровень качества выполняемой функции может определяться по техническим параметрам с учётом оценки потребителей. При этом мы исходим из того, что функция, являющаяся базовым понятием в ФСА, непосредственно взаимосвязана с качеством продукции, то есть функция понимается нами как совокупность свойств изделия, определяющих его качество в соответствии с конкретной потребностью. Кроме того, показатель качества должен быть увязан с приведенными затратами и спросом на выпущенную продукцию, поскольку последнее оказывает определяющее влияние на получение конечных результатов в условиях рыночной экономики.

В большинстве случаев экономисты рассматривали во-

просы повышения эффективности производства и улучшения качества продукции в условиях функционирования хозяйственного механизма, который был основан при административно-командной системе управления экономикой. Поэтому их научные теории не могут соответствовать современным требованиям перехода к рыночным отношениям.

Основное назначение этого метода заключается в сопоставлении качественного выполнения функций с затратами с целью достижения высокой эффективности производства. Однако в условиях плановой экономики с её затратным характером, это приходило в противоречие с заинтересованностью хозяйствующих субъектов в увеличении результатов производства за счёт включения в них дополнительных расходов. Метод не выполнял своего назначения, поскольку он предполагал уменьшение затрат. В результате увеличение конечных результатов производства достигалось не за счёт реального сокращения производственных ресурсов на производство единицы продукции, а путём включения повышенных затрат в цену продукции и на этой основе создания видимости повышения эффективности производства.

В новых условиях повышение эффективности производства должно достигаться путём совершенствования произ-

водственных ресурсов, их сокращения в расчёте на единицу выпускаемой продукции, что соответствует интенсивному способу расширенного воспроизводства. При этом критерием определения нижней границы осуществления дополнительных затрат должен быть показатель перспективной рентабельности применительно к деятельности отдельно взятого предприятия. В противном случае использование дополнительных средств будет не соответствовать его экономическим интересам и станет экономически невыгодным.

В настоящее время, в период перехода на инновационный путь развития, ещё не решено много задач в области методологических подходов к повышению эффективности производства и улучшению качества продукции. В частности, представляется нецелесообразным сохранение /повышение/ качества путем использования значительных средств. Причём повышение качества изделий за счёт чрезмерно высоких издержек также не допустимо, как и получение стоимостной выгоды при снижении потребительной ценности товара.

В условиях рынка меняется определение и подход к функционально-стоимостному анализу. Основное внимание уделяется требованиям потребителя, то есть ФСА и маркетинг, до недавнего времени су-

ществовавшие отдельно, должны быть взаимодополняемыми, поскольку они по своему содержанию взаимосвязаны и должны выступать в тесном единстве.

Под эффективностью в функционально-стоимостном анализе понимается обязательное соотношение потребительской ценности /полезности/, заданной потребителем, с экономичностью, то есть обеспечение общественно необходимой потребительской ценности, выраженной через функцию, наиболее экономичным способом. Экономичность должна быть не ниже показателя перспективной рентабельности.

Если обязательным условием повышения качественных параметров в процессе производства является внедрение прогрессивной техники, технологии, рациональной организации труда и производства, то эффективность эксплуатации требует повышения надёжности и долговечности изделий. Мы согласны с мнением К.С.Солонинко и Н.П.Гончарова, что "именно при проектировании выпуска машин необходимо обеспечить наиболее полное соответствие их параметров конкретным требованиям потребителей. Занижение и завышение показателей качества по отношению к действительным потребностям в них приводит к экономическим потерям" [8 с.46]. При этом

важнейшее требование повышения качества продукции заключается в достижении соответствующего эффекта при снижении стоимости изделий в расчёте на единицу полезного эффекта /на единицу мощности, производительности и других показателей/.

Таким образом, можно сделать вывод, что целью ФСА является не минимизация затрат, а максимизация показателя прибыли путём увеличения полезности изделий за счёт выполняемых ими функций при оптимизации производственных затрат и улучшения качественных параметров продукции. При этом степень выполнения указанной цели определяется путём сопоставления качества, функции изделия потребностям и запросам потребителей, а также полученного конечного результата, эффекта произведенным затратам.

Во всех анализируемых выше определениях объектами ФСА выступают отдельные изделия, машины, товары, их конструкции, то есть технические системы в целом. Это объясняется тем, что первоначально ФСА стал применяться к наиболее простым изделиям, особенно на последних стадиях жизненного цикла. Вместе с тем в последние годы накоплен определенный опыт применения ФСА в нетехнических системах, в том числе в системе управления и ее отдельных функций, в

организации труда и производства и т.д., что по нашему мнению должно найти отражение в определении ФСА.

На основании изложенного, для современных условий хозяйствования предлагаем усовершенствованное определение функционально – стоимостного анализа: ФСА - метод системного исследования технических и нетехнических объектов, основанный на исследовании их функций в сопоставлении с затратами на их выполнение с учетом запросов потребителей и направленный на обеспечение конкурентоспособности и получение результата не ниже перспективного показателя рентабельности.

При проведении ФСА и выработке рекомендаций первостепенное значение имеет обоснование критерия эффективности, устанавливающего ее низшую границу для решения вопроса о целесообразности принимаемых решений. По нашему мнению, в качестве такого критерия может использоваться показатель перспективной рентабельности каждого отдельно взятого предприятия, исчисляемый как отношение прибыли к среднегодовой сумме основных производственных фондов и оборотных активов в ценах одного года за период не менее трех - пяти лет с корректировкой на внедрение дости-

жений НТП, с учетом передового отечественного и зарубежного опыта и устранения непроизводительных расходов. Указанный срок является достаточным, чтобы выявить складывающуюся тенденцию эффективности производства и одновременно учитывает высокий уровень динамичности рыночной экономики. В качестве справочных показателей может использоваться фактически сложившийся показатель средней нормы прибыли отдельного предприятия без корректировки на указанные факторы. Таким образом, при применении ФСА необходимо пользоваться не показателем минимальных затрат, а отношением эффекта к затратам. При этом претворяться в жизнь могут только такие решения, в которых указанное соотношение будет не ниже показателя перспективной рентабельности.

Преимущество данного определения заключается в его хозрасчетном подходе, соответствует инновационному пути развития, так как позволяет не только сокращать затраты, но и увеличивать их на совершенствование производственных ресурсов, что является характерным для современного периода развития экономики и сопровождается значительным ростом конечного результата.

Литература

1. Карпунин М.Г., Майданчик Б.И. Основы функционально-стоимостного анализа. -М.: энергия, 1980. -174с
2. Ковалёв А.П. Обеспечение экономичности разрабатываемых изделий машиностроения. -М.: 1986.
3. Моисеева И.К. Функционально-стоимостной анализ. Теория и практика. -М.: ЦНИИ "Электроника", 1982. - ч.1. Зарубежный опыт. - 190с
4. Моисеева Н.К., Карпунин М.Г. Основы теории и практики ФСА, -М.: высшая школа, 1988. с.14
5. Основные положения методики проведения ФСА. - М.: ГКНТ , 1982. с.31
6. Скрипкин О.Г. Функционально-стоимостной анализ при проектировании изделий. -К.: Техника, 1990. -160с
7. Соболев Ю.М. Конструктор и экономика. Пермское книжное издательство. 1987. с.17
8. Солонинко К.С., Гончарова Н..П. Качество продукции, пути повышения - К.: Вища школа, 1987. с.16
9. Сосновский Я.Ш., Ткаченко П.Г. Функционально-стоимостной анализ. - К.: Техника, 1986. - 143с. Библ.: с.23
10. Эберт Х., Томас К. Анализ затрат на основе потребительной стоимости: Новые методы рационализации: Сокр. пер. с нем. - М.: Экономика, 1975. с.5
11. Яловенко Ф.И. Основы функционально-стоимостного анализа. Методологические рекомендации по использованию ФСА в производстве. Кировоград, 1986. с.7
12. L.D. Miles. The Technique of Value Analysis and Engineering. -2-a Edition. - 1982. p.7

Механизм взаимодействия – источник повышения эффективности региональных финансовых систем

А. А. Ткач, к.э.н., доцент кафедры управления
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Московской области
«Королевский институт управления, экономики и социологии»,
г. Королев, Московская область

Займы конечным заемщикам в СКПК (сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативах) первого уровня предоставляются как собственными силами, так и при участии в этой схеме кооператива второго уровня. При получении займов от регионального сельскохозяйственного кредитного потребительского кооператива, как и при получении кредитов коммерческих банков, требуется обеспечение исполнения обязательств по займам (кредитам).

В статье предложена модель взаимодействия сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативов первого и второго уровней, которая раскрывает внутренний потенциал региональной системы сельскохозяйственной кредитной потребительской кооперации в вопросах обеспечения исполнения обязательств по займам.

Механизм взаимодействия сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативов первого и второго уровней, региональная система сельскохозяйственной кредитной потребительской кооперации.

К настоящему времени в России сформировалась и продолжает развиваться многоуровневая система сельскохозяйственной кредитной потребительской кооперации, базовыми элементами которой являются сельскохозяйственные кредитные потребительские кооперативы [2; 10].

Кооператив, по мнению М.И. Туган-Барановского,

«...есть такое хозяйственное предприятие, нескольких, добровольно соединившихся лиц, которые имеют своей целью не получение наибольшего барыша на затраченный капитал, но увеличение, благодаря общему ведению хозяйства, трудовых доходов своих членов или уменьшение их расходов на потребительные нужды» [7, 104].

Кредитный кооператив,

согласно Заку Л.С., «...обладает свойствами как кооперативно-го, так и кредитного предприятия». [3, 139]

Преимущества сельскохозяйственной кредитной кооперации заключаются в том, что она позволяет задействовать мелкие сбережения на селе на производственные цели, обеспечить доступ малым формам хозяйствования к денежным средствам на приобретение необходимых орудий и средств производства, и в возможности удовлетворения иных хозяйственных потребностей [4].

Практика деятельности сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативов в регионах, где сформировалась и функционирует региональная система сельскохозяйственной кредитной потребительской кооперации, показывает лучшие результаты по сравнению с кооперативами, которые осуществляют свою деятельность вне системы.

Двухуровневая система сельскохозяйственной кредит-

ной потребительской кооперации – это финансово устойчивая система, представляющая собой объединение сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативов 1-го и 2-го уровней, целью, которой является создание фондов финансовой взаимопомощи, гарантий и резервов, позволяющих наиболее полно удовлетворять потребности пайщиков и повышать уровень возвратности заемных средств.

На рисунке 1 представлена модель региональной системы сельскохозяйственной кредитной потребительской кооперации.

Сельскохозяйственные кредитные потребительские кооперативы последующих ступеней строятся на тех же принципах, что и кооперативы 1-го уровня. Необходимо отметить, что каждое звено системы решает определенный круг задач, присущих данному уровню (таблица 1) [5,8,9].



Рис. 1. Модель региональной системы сельскохозяйственной кредитной потребительской кооперации

Первый уровень сельскохозяйственной кредитной потребительской кооперации представлен локальными сельскохозяйственными кредитными потребительскими кооперативами (районные СКПК) и их кооперативными участками (филиалы, представительства).

Основной задачей сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативов данного уровня является удовлетворение финансовых и иных потребностей сельскохозяйственных товаропроизводителей и жителей села.

В своей деятельности они стремятся увеличить масштаб обслуживания сельского населения и сельскохозяйст-

венных товаропроизводителей, приблизить и совершенствовать оказываемые своим членам услуги.

СКПК 1-го уровня способны решать следующие задачи: оценка кредитоспособности заемщиков, выдача ссуд, наблюдением за целевым их использованием займов и обеспечение их возврата.

В большинстве случаев, ресурсы СКПК 1-го уровня ограничены, поэтому для пополнения они обращаются за займами в региональные кооперативы или за кредитами в кредитные организации, фонды и другие финансовые организации.

Табл. 1. Функциональные отношения субъектов двухуровневой системы сельскохозяйственной кредитной потребительской кооперации

Сельскохозяйственная кредитная потребительская кооперация	
<i>Локальный уровень</i>	
<i>СКПК -1-го уровня</i>	
1)	управление сберегательными займами членов;
2)	управление портфелем займов;
3)	управление собственными средствами и внешними заимствованиями;
4)	информационное и консалтинговое обслуживание пайщиков;
5)	обучение пайщиков;
6)	мониторинг деятельности пайщиков;
7)	работа по увеличению членской базы и расширению сети кооперативных участков (представительств) СКПК в сельских населенных пунктах.
<i>Региональный уровень</i>	
<i>СКПК -2-го уровня</i>	
1)	создание фондов финансовой взаимопомощи и гарантий;
2)	поддержание ликвидности СКПК;
3)	обеспечение финансовой устойчивости СКПК;
4)	предоставление займов и кредитов СКПК 1-го уровня;
5)	перераспределение временно свободных денежных средств СКПК 1-го уровня в пределах региона;
6)	хранение временно свободных денежных средств СКПК 1-го уровня;
7)	обеспечение обязательств СКПК 1-го уровня (гарантия, поручительство и залог);
8)	мониторинг деятельности СКПК 1-го уровня;
9)	участие в реализации федеральных и республиканских целевых программ;
10)	работа по увеличению сети СКПК 1-го уровня в сельских населенных пунктах.
<i>Региональный учебный центр</i>	
1)	обучение исполнительных директоров, председателей, кредитных специалистов, бухгалтеров СКПК 1-го уровня;
2)	консультирование;
3)	проведение совещаний с руководителями и специалистами СКПК 1-го уровня по вопросам развития сельскохозяйственной кредитной потребительской кооперации.
<i>Региональный союз (в том числе ревизионный)</i>	
1)	контроль за операциями кредитных кооперативов;
2)	координация работы первичных СКПК 1-го уровня, представление их интересов во взаимодействии с органами законодательной и исполнительной власти, а также местного самоуправления;
3)	внедрения стандартов и нормативов, регулирующих деятельность кредитных кооперативов;
4)	оказание консультационных и информационных услуг;
5)	проведение ревизий их финансово-хозяйственной деятельности;
6)	анализ финансово-хозяйственной деятельности, предоставление рекомендаций и оказание содействия в их реализации;
7)	проведение маркетинговых исследований;
8)	оценка стоимости имущества и предприятий как имущественных комплексов.

2-ой уровень системы представлен региональным сельскохозяйственным кредитным потребительским кооперативом, региональным союзом СКПК, членами которых являются СКПК 1-го уровня. Во второй уровень также входит региональный учебный центр, который, как правило, формируется при региональном кредитном кооперативе как его структурное подразделение.

Основными функциями субъектов второго уровня системы сельскохозяйственной кредитной потребительской кооперации является защита интересов СКПК 1-го уровня, финансовая помощь, обучение его менеджмента, информационно - консультационная помощь, предоставление гарантий, поручительства и залога, а также взаимодействие с высшим звеном системы и органами законодательной и исполнительной власти и т.д.

Согласно статье 40.1. ФЗ «О сельскохозяйственной кооперации» величина временно свободного остатка фонда финансовой взаимопомощи сельскохозяйственного кредитного потребительского кооператива, являющегося источником займов, предоставляемых членам кредитного кооператива, не может составлять более чем 50 процентов его средств [1].

Поэтому предлагаем временно свободный остаток фон-

да финансовой взаимопомощи СКПК 1-го уровня передавать в фонд финансовой взаимопомощи СКПК 2-го уровня на основе договора займа, что позволит перераспределять денежные средства между кооперативами внутри системы.

Такой механизм межкооперативного займа законодательно разрешен и выгоден для всех участников региональной системы сельскохозяйственной кредитной потребительской кооперации, так как позволяет удовлетворять потребности СКПК 1-го уровня в размещении свободных денежных и получении займов, а в конечном итоге наиболее полно удовлетворять потребности пайщиков.

Предлагаем для совершенствования механизма взаимоотношений СКПК 1-го и 2-го уровней денежные средства резервных фондов СКПК 1-го уровня передавать в распоряжение СКПК 2-го уровня, но на условиях немедленного возврата СКПК 1-го уровня в случае необходимости. Это позволит защитить от обесценивания средства резервных фондов СКПК 1-го уровня и получить доход (процент).

Рассмотренные выше резервы повышения эффективности деятельности СКПК возможно задействовать только в случае наличия региональной системы сельскохозяйственной

кредитной потребительской кооперации, поэтому в регионах, где еще не созданы такие системы необходимо принятие мер по их созданию и развитию.

Пополнение СКПК 1-го уровня финансовыми ресурсами производится СКПК 2-го уровня за счет финансовых средств, которые он формирует, как правило, не за счет средств кооперативов 1-го уровня, а за счет взаимодействия с коммерческими банками, фондами и другими финансовыми организациями, а также сотрудничества с государственными органами и привлечения бюджетных средств.

Второй уровень системы сельскохозяйственной кредитной потребительской кооперации за счет создания гарантийных и резервных фондов, оказания финансово-правовой поддержки выступает гарантом эффективной деятельности СКПК 1-го уровня.

Деятельность СКПК и их союзов всех последующих уровней системы сельскохозяйственной кредитной потребительской кооперации направлена на повышение эффективности деятельности СКПК 1-го уровня и качества обслуживания конечных заемщиков.

Как показывает практика, «каждый кредитный кооператив, как первого, так и второго уровня в одиночку не в состоянии отстаивать свои интересы в условиях рынка, конкуренции

с банками и другими финансовыми институтами. Он не способен устоять в форс-мажорных обстоятельствах, не сможет стабильно наращивать свои финансовые показатели, повышать квалификацию своих кадров. Только объединение усилий поможет решать все эти проблемы, только многоуровневая система позволяет каждому отдельному кооперативу решать свои внутренние проблемы и добиваться оптимальных результатов» [6, 368].

Следовательно, для СКПК 2 –го уровня, как и для СКПК 1-го уровня требуется поддержка, которую как раз и оказывает третий уровень, который формируется региональными СКПК, делегирующие ряд полномочий путем создания общенационального кредитного учреждения, способного управлять свободными денежными средствами кредитных кооперативов 2 уровня, а также вести внешние операции со средствами кооперативной системы.

Таким образом, на третьем уровне, осуществляется мониторинг за деятельностью региональных СКПК, обучение специалистов региональных СКПК и выполняются представительские функции на международном уровне.

Как уже было отмечено, в региональной системе сельскохозяйственной кредитной потребительской кооперации займы конечным заемщикам в

СКПК первого уровня могут предоставляться как собственными силами, так и при участии в этой схеме кооператива второго уровня.

При получении займов от регионального сельскохозяйственного кредитного потребительского кооператива, как и при получении кредитов коммерческих банков, требуется обеспечение исполнения обязательств по займам (кредитам).

Для решения этой задачи СКПК 1-го уровня, являющиеся членами СКПК 2-го уровня, могут задействовать

внутренний потенциал региональной системы сельскохозяйственной кредитной потребительской кооперации, который заключается в использовании возможностей получения поручительства (залога) со стороны других СКПК 1-го уровня, также являющихся членами региональной системы.

Схематично предложения по совершенствованию механизма взаимодействия СКПК 1-го и 2-го уровней можно представить в виде схемы, представленной на рисунке 2.

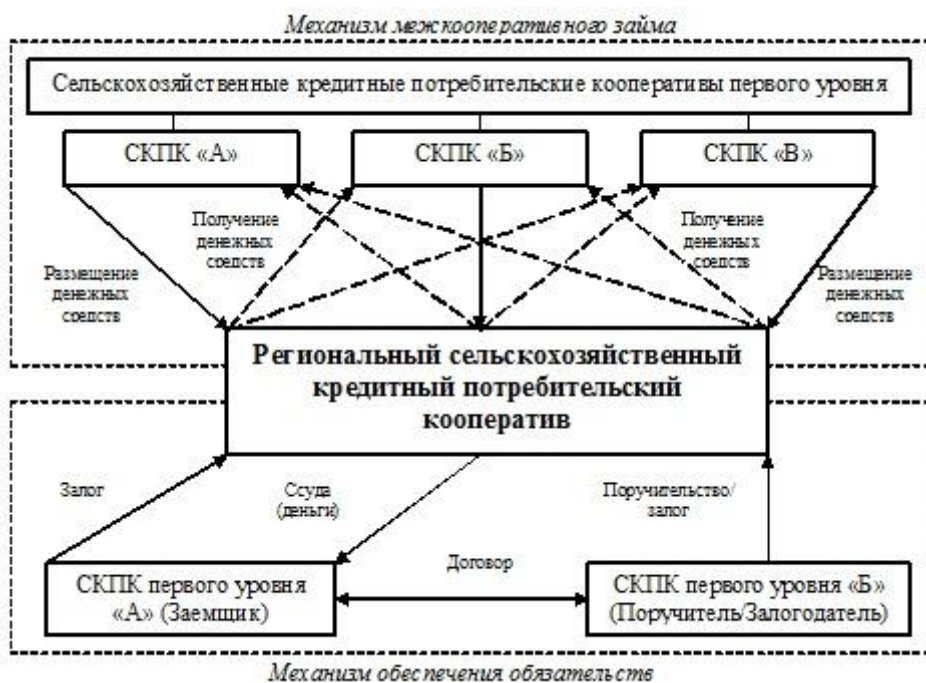


Рис. 2. Модель взаимодействия сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативов первого и второго уровней

Данный механизм является внутренним резервом ре-

гиональной системы сельскохозяйственной кредитной по-

требительской кооперации и внутренним фактором повышения эффективности деятельности СКПК.

СКПК 1-го уровня в результате участия в региональной системе сельскохозяйственной кредитной потребительской кооперации получают возможность: стабильной финансовой поддержки со стороны регионального СКПК в виде пополнения фонда финансовой взаимопомощи; повышения квалификации своих специалистов; сокращения рисков вкладчиков; образования финансового обеспечения возврата привлекаемых паевых и сберегательных взносов членов, кредитов, получаемых от ком-

мерческих банков и других кредитных организаций за счет создания гарантийных и резервных фондов; финансово-правовой поддержки.

Дальнейшее совершенствование механизма взаимодействия сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативов первого и второго уровней связано с реализацией функции перераспределения региональным СКПК временно свободных денежных средств и средств резервных фондов СКПК 1-го уровня, а также обеспечением их обязательств по привлекаемым займам от регионального СКПК посредством поручительства (залога) между его членами.

Литература

1. Российская Федерация. Законы. О сельскохозяйственной кооперации [Электронный ресурс]: федеральный закон от 08.12.1995, №193-ФЗ [с изм. и доп. на 03.11.2006] // Нормативно-правовая база «КонсультантПлюс: ВерсияПроф», 2008.
2. Концепция развития системы сельской кредитной кооперации [Электронный ресурс]: [http //www.ruralcredit.ru](http://www.ruralcredit.ru).
3. Зак, Л.С. Основные начала теории кредита и кредитной кооперации [Текст] / Л.С. Зак. - Петроград, 1919. - 260 с.
4. Маслов, П.П. Основы кооперации и условия накопления кооперативного капитала [Текст] / П.П. Маслов. - М.-Л.: Кооперативное издательство, 1925. - 160 с.
5. Пахомов, В.М. Кредитная кооперация: теория и практика [Текст] / Министерство сельского хозяйства РФ. Департамент науки и технического прогресса. Управление развития предпринимательства и кооперации. – М.: Росинформагротех, 2002.- 251 с.
6. Сельскохозяйственная кредитная кооперация [Текст]: учеб. пособие / Под ред. С.Б. Коваленко, З.Н. Козенко. – М.: Финансы и статистика, 2005.- 448 с.: ил.

-
7. Туган-Барановский, М.И. Социальные основы кооперации [Текст] / М.И. Туган-Барановский. - М., 1916 - 521 с.
 8. Худякова, Е.В. Сельская кредитная кооперация [Текст]: учеб. пособие / Е.В. Худякова. - М.: МСХА, 2002. - 180 с.
 9. Шкляр, М.Ф. Кредитная кооперация [Текст]: учеб. пособие / М.Ф. Шкляр. – 3-е изд., исп. и доп. – М.: Дашков и К°, 2004. - 334 с.
 10. <http://www.ruralcredit.ru> [Электронный ресурс].

Особенности развития российского рынка слияний и поглощений

М.В. Самошкина, к.э.н.,

доцент кафедры Финансов и экономического анализа,
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Московской области
«Королевский институт управления, экономики и социологии»,
г. Королев, Московская область

Статья посвящена вопросам сущности, особенностей развития, состояния и прогнозирования рынка слияний и поглощений в России. Выявлена динамика сделок на российском рынке слияний, отражена отраслевая структура сделок на протяжении ряда лет.

Слияния, поглощения, синергия, реструктуризация.

Среди самых распространенных приемов развития компаний в настоящее время выступают процессы слияний. Движущей силой экономики России и индикатором ее развития выступают сделки по объединению предприятий.

Число сделок по слияниям и поглощениям (M&A) в первые годы 21 века росло как во всем мире, так и в России. Причина этому – стремление предприятий укрупнять свой капитал, улучшить положение компании в конкурентной среде, повысить ее устойчивость и прибыльность, сделать бизнес более конкурентоспособным. Под словосочетанием «слияния и поглощения» традиционно понимается передача корпоративного контроля

во всех формах, включая покупку и обмен активами.

Опыт организации слияния компаний в экономически развитых странах и в России свидетельствует об экономической эффективности такой реструктуризации. Кроме того, очевиден рост масштабов слияний и поглощений во всем мире, поскольку, чтобы быстро увеличить свои размеры и получить выгоду, большое количество фирм ищет партнера для слияния или поглощения.

Существуют несколько разных групп целей, которые ставят и достигают компании, используя сделки слияний и поглощений: защитные, инвестиционные, конкурентные или информационно-технологические. Путем слия-

ний предприятия могут значительно увеличить эффективность своей деятельности за счет экономии издержек, оптимизации управления и повышения конкурентоспособности предприятия. Основной мотив слияний и поглощений кроется в стремлении получить эффект синергии, который может возникнуть благодаря: экономии издержек, обусловленной увеличением масштаба производства, комбинированию взаимодополняющих ресурсов, взаимодополняемости в области НИОКР.

Родиной процессов слияний и поглощений являются США. Экономика США пережила пять больших периодов (этапов) слияний, каждому из которых соответствовал определенный тип слияний (горизонтальные, вертикальные, конгломератные, мега-слияния). [1] Россия переживает уже третью волну слияний: первая – это начало сделок (конец 90-х годов 20 века), вторая волна, именуемая «эра жадности», для которой присуще большинство враждебных поглощений (начало 21 столетия) и третья – период снижения активности сделок, обусловленное влиянием мирового финансового кризиса (2008 – 2010 гг.). Безусловно, следует полагаться на опыт западных стран при подготовке и совершении сделок, но необходимо учитывать особенности

российской национальной экономики.

В 2001 году во всем мире было отмечено общее снижение активности на рынке слияний и поглощений. Но в России этот процесс получил широкое распространение. Российский рынок имел значительный потенциал роста [4].

Среди самых активных «поглотителей» – Консорциум «Альфа-групп», группа МДМ, «Сибирский алюминий», нефтяные гиганты – НК «ЛУКОЙЛ» и НК «ЮКОС», лидер пищевой отрасли – Wimm-Bill-Dann, в розничной торговле – «Перекресток».

Согласно проведенным исследованиям, в 2003 году Россия занимала 28-е место в мире по количеству сделок слияний и поглощений. Сделки с российскими компаниями составили 2/3 от общего числа сделок в странах Центральной и Восточной Европы. На протяжении нескольких лет (2003-2007 гг.) Россия демонстрировала активный рост, как по количеству сделок, так и по объему их стоимости. Россия была признана бесспорным лидером в Центральной и Восточной Европе в 2003 году.

Статистические данные по динамике российского рынка слияний и поглощений приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Табл. 1. Динамика российского рынка M&A

Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Кол-во сделок	435	540	693	1 228	1 387	1 442	1 350	1 252	730	528
Объем млн \$	12 398	18 501	32 350	26 989	60 405	61 932	127 692	117 889	56 175	64 620

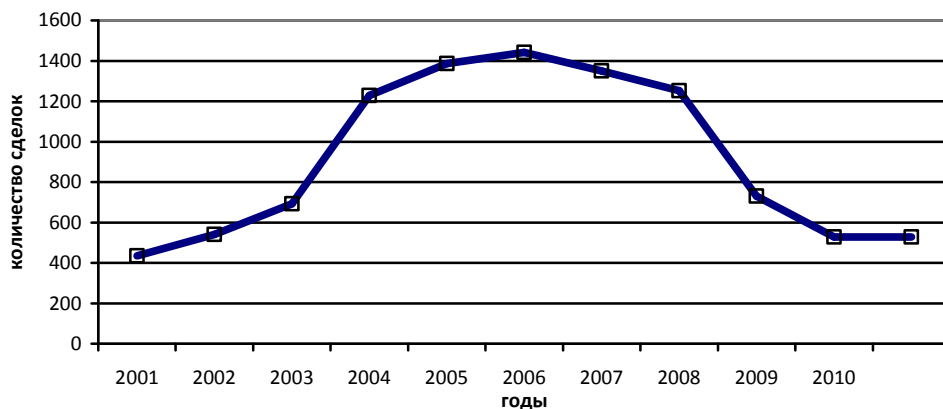


Рис. 1. Динамика общего количества сделок в России в 2001-2009 гг.

За период 1999-2001 гг. рост слияний и поглощений составил 256 %. В 2002 году было зарегистрировано более 500 сделок на общую сумму более 18 млрд. долл. (по сравнению с 2001 годом рост составил 49 %). Большинство российских сделок было национальными, и 41 % сделок - транснациональными. В 2003 г. наблюдается тенденция к увеличению количества сделок [4].

Распределение сделок слияний и поглощений по отраслям в 2001 и 2003 гг. представлено на рис. 2 и 3. В 2001 году заметна активизация таких отраслей, как производство продуктов питания и напитков (11 %), промышленность и те-

лекоммуникации (22 и 11% соответственно). В 2002 году в России из общего числа сделок большую долю (76 %) занимали враждебные поглощения. С каждым последующим годом эта цифра становится меньше.

В 2003 году наибольшая активизация наблюдалась в промышленном производстве, в т.ч. нефтяной, металлургической, а также в отраслях: производство продуктов питания, финансовые услуги и энергетической отрасли.

2007 год стал переломным для российского рынка слияний и поглощений - на фоне более чем двукратного роста рынка по сравнению с предыдущим годом, объём совершен-

ных сделок достиг 10 % ВВП, что превышает значения аналогичного показателя во многих развитых странах.

Объем сделок и на мировом рынке слияний и поглощений в 2008 году снизился на треть из-за глобального финан-

сового кризиса. На рынке США было проведено на 86 процентов меньше слияний и поглощений. Объем европейского рынка M&A снизился на 66 процентов.

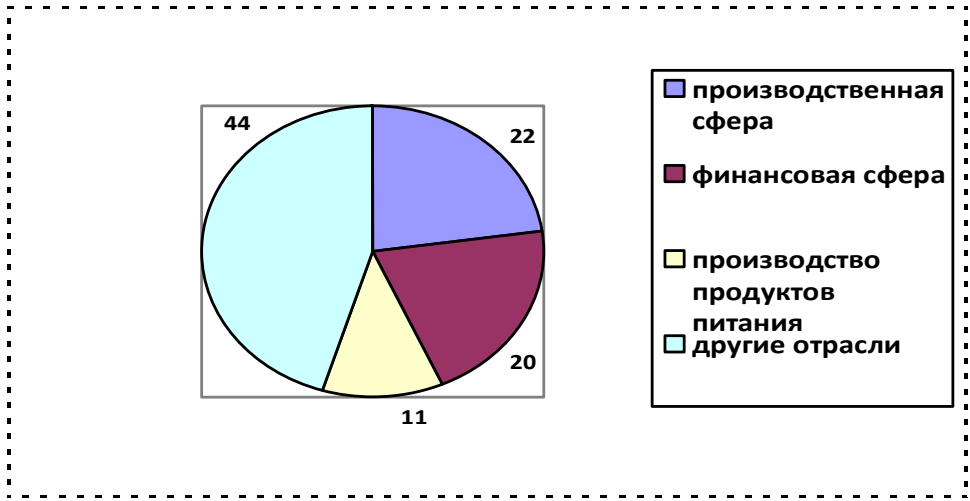


Рис. 2. Структура российского рынка слияний и поглощений на 2001 г. (в %), (производственная сфера; финансовая сфера; продукты питания и напитки; другие отрасли (телекоммуникации (11 %), энергетика (8 %), фармакология и химикаты (8 %), прочие (20 %))

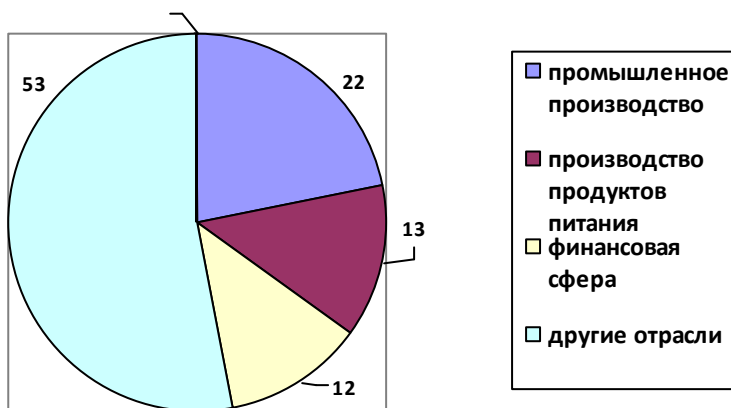


Рис. 3. Структура российского рынка слияний и поглощений на 2003 г. (в %), (промышленное производство; производство продуктов питания и прохладительных напитков; финансовые услуги; другие отрасли (энергетические предприятия (8 %), телекоммуникации (7 %), сфера обслуживания (7 %), медийный бизнес (6 %), информационные технологии (6 %), другие: розничная и оптовая торговля (5 %), фармацевтическая и химическая промышленность (4 %), строительство (4 %), транспорт (6 %))

В 2009 году в России было отмечено 730 заключенных сделок, что сопоставимо с итогами 2003 года. Одним из факторов снижения стало сокращение сделок в рамках приватизации государственных пакетов акций. Кроме того, средние компании переориентировались на стратегию роста за счет мероприятий по оптимизации производства и реструктуризации.

По данным объема сделок рынка M&A стоит отметить, что в 2008 преобладали сделки горизонтального направления (в общем количестве - 423 сделки), значительная доля пришлась также на конгло-

мератные интеграции. А в 2009 большая доля сделок была по вертикальным слияниям [4].

По прогнозам экспертов предполагалось, что 2009 год продемонстрирует много сделок купли-продажи финансовых учреждений. Предположения основывались на том, что в условиях дефицита денег банки решат консолидировать активы и сообща противостоять кризису. Однако этого не случилось. Наибольшая активность пришлась на энергетический и телекоммуникационный секторы – по количеству сделок они заняли 52 и 19 % рынка. Отраслевая структура рынка слияний и

поглощений в 2009 году отра-

жена на рисунке 4.

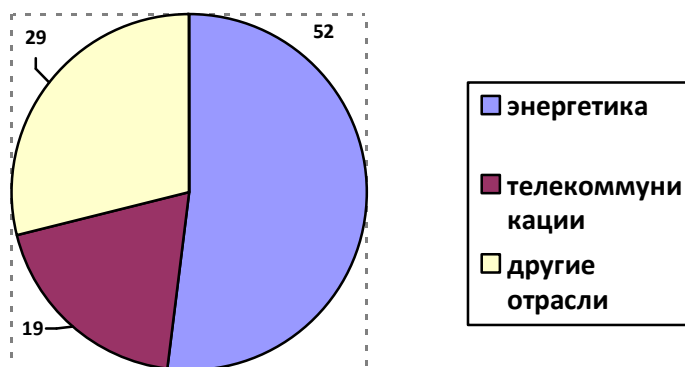


Рис. 4. Структура российского рынка слияний и поглощений на 2009 г. (в %), (энергетика; телекоммуникации; другие отрасли (ОПК (6%), финансовый сектор (6%), товары народного потребления (5%), строительный комплекс (4%), остальные сектора (8%))

Причины падения рынка слияний в 2009 году различны. С одной стороны, потенциальным покупателям было сложно найти финансирование для покупок. С другой – продавцы не спешили расставаться со своими активами по причине их низкой стоимости. Считается, что лучше подождать, когда рынок наберет оборот, и выручить больше денег. Также свою роль сыграла и господдержка экономики в кризис. Компаниям было выгоднее получить финансирование от государства и сохранить бизнес, чем дешево продать свои активы.

По прогнозам на 2010 год рынок слияний и поглощений в России должен был начать восстанавливаться после падения и достигнуть порога 70

млрд. долл. Но ожидания экспертов не оправдались. В целом, по итогам 2010 года было совершено 528 сделок на общую сумму 64,6 млрд. долл. Объектом самого пристального внимания инвесторов стала отрасль связи (сделки по слиянию «Вымпелкома» и «Киевстар», «Мегафона» и «Синтерры»). Эта отрасль по итогам года признана лидирующей. На 2 месте по общей сумме сделок – химическая и нефтехимическая промышленность (сделки по приобретению «Уралкалия» и «СИБУРа»). Третье место занял топливно-энергетический комплекс (главный «игрок» в отрасли – компания НОВАТЭК). На 4 месте – пищевая промышленность (слияние «Юнимилка» и Groupe Danone, покупка

«Вимм-Биль-Данна» компанией PepsiCo) (рис. 5). Общее количество сделок в 2010 г. не превысило данные прошедшего года, а стоимостный объем рынка стал выше на 15 %, превысив итоги 2005 и 2006 гг. Однако, от наибольшей стоимости 2007 года рынок отстает на 25-30 %.

По мнению СМИ и некоторых агентств, работающих на рынке M&A, 2010 год, стал «годом возрождения». На него возлагались большие ожидания, которые не принес 2009 г. Результаты прошедшего 2010 года подготовили почву для продолжения роста рынка в ближайшие месяцы 2011 года.

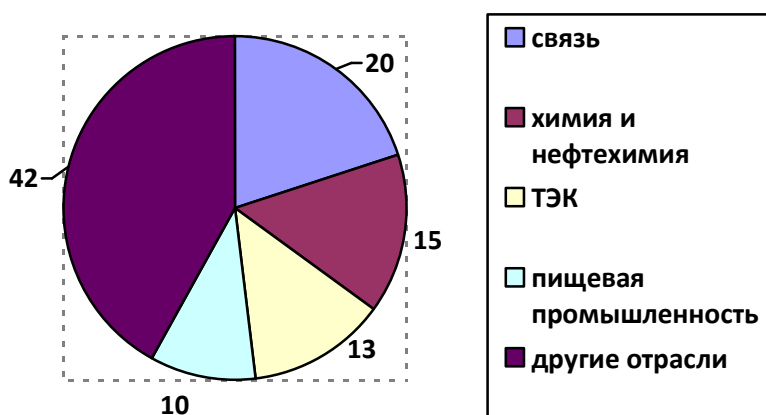


Рис. 5 Структура российского рынка слияний и поглощений на 2010 г. (в %) (связь; химическая и нефтехимическая промышленность; ТЭК; пищевая промышленность; другие отрасли (торговля, добыча полезных ископаемых, машиностроение, строительство и др.)

По прогнозам экспертов в ближайшее время возможны дружественные слияния, но не поглощения. Особенно актуальны сделки для российского среднего бизнеса: уровень стоимости сделок, цены на продаваемый бизнес стали более умеренными, и это делает процессы слияний более интересными и привлекательными для финансово устойчивых российских компаний. Такие сделки не

требуют привлечения долга, то есть финансируются за счет собственных средств.

Особенности развития российского рынка слияний и поглощений проявляются в следующем:

- 1) Первые годы 21 века рынок демонстрирует активный рост, как по количеству, так и по стоимости сделок.
- 2) Снижение объема и числа сделок в 2008, 2009 гг.

произошло под влиянием мирового финансового кризиса.

3) Структура рынка слияний на протяжении 10 лет непостоянна.

4) На рынке преобладают горизонтальные сделки. В большинстве отраслей идет укрупнение бизнеса.

5) Сделки по слияниям с каждым годом приобретают стратегическую направленность.

6) Проблема противостояния враждебным поглощениям остается актуальна на протяжении всего периода развития рынка.

Реорганизация предприятий в форме слияний в России является очень эффективным инструментом реструктуризации компаний. С помощью этого пути развития компания обеспечивает достижение целей в соответствии своей выбранной стратегии. Серьезной проблемой при проведении процедуры слияния является достижение эффективности сделок, имеющей место при достиже-

нии конкурентных преимуществ. На это обращается особое внимание, так как в последнее время велика доля неудачных, приводящих к распаду компании сделок [2].

Роль государства в ближайшее время будет только усиливаться. Однако это несет в себе и положительные моменты, такие как совершенствование корпоративного законодательства, что в свою очередь должно сказаться на сокращении корпоративных конфликтов по поводу собственности на капитал.

В заключении следует отметить, что, несмотря на текущие трудности, рынок M&A в России имеет большой потенциал роста и остается весьма привлекательным для местных и иностранных инвесторов. Кроме благоприятной экономической конъюнктуры на внутреннем рынке и высоких цен на минеральные ресурсы, росту сделок M&A в России будут способствовать международные рынки капитала.

Литература

1. Гохан Патрик А. Слияния, поглощения и реструктуризация компаний/ Патрик А.Гохан; Пер.с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004, 741 с.
2. Тимоти Дж. Галпин Полное руководство по слияниям и поглощениям компаний. Издательство: Вильямс ИД, 2005, 240 с.
3. Информационно-аналитический бюллетень «Рынок слияний и поглощений». Информационное агентство АК & М.
4. Ежемесячный аналитический журнал "Слияния & поглощения" URL: <http://www.ma-journal.ru/> (дата обращения 25.11.2010)

Бюджетирование как инструмент финансового планирования

С.Н.Миловидова, к.э.н.,

доцент кафедры Финансов и экономического анализа,
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Московской области
«Королевский институт управления, экономики и социологии»,
г. Королев, Московская область

Рассмотрены различия между понятиями «план» и «бюджет», даны определения бюджета и бюджетирования. Бюджет изучен как средство контроля, как координатор деятельности организации и другие принципы бюджетного планирования. Дана схема составления бюджетов, рассмотрен анализ отклонений бюджетных статей при оценке исполнения бюджета с использованием ранжирования, факторного, кластерного, трендового и других видов анализа. Определена роль контроля казначейского исполнения бюджетов.

Бюджет, план, бюджетное планирование, бюджетирование.

Составление бюджетов является неотъемлемым элементом общего процесса планирования, а не только его финансовой части. Механизм бюджетного планирования доходов и расходов целесообразно внедрять для обеспечения экономии денежных средств, большей оперативности в управлении этими средствами, снижения непроизводительных расходов и потерь, а также для повышения достоверности плановых показателей (в целях налогового планирования).

Бюджет – роспись (смета) относящихся к определенному временному периоду предстоя-

щих доходов и расходов (затрат) в терминах стоимостных оценок; условный термин в системе управленческого учета, означающий процедуру согласования притоков и оттоков некоторого ресурса (актива) или изменения некоторого показателя (например, бюджет прямых затрат сырья и материалов, бюджет производства, бюджет переменных накладных расходов и т.д.) [10].

Необходимо дать четкое различие между понятием «план» и «бюджет». Под планом понимается более широкий спектр действий, направленных на достижение поставленных

целей. Бюджет – более «узкое» понятие, подразумевающее количественное представление плана действий, причем, как правило, в стоимостном выражении [12].

Бюджетирование – процесс разработки конкретных бюджетов в соответствии с целями оперативного планирования (например, платежный баланс на предстоящий месяц).

Для составления бюджетных планов используются следующие информационные источники:

данные бухгалтерской отчетности;

плановые показатели и степень их выполнения;

договоры (контракты), заключаемые с потребителями продукции и поставщиками материальных ресурсов;

прогнозные показатели продаж продукции, прогнозы спроса, уровень цен и другие условия рыночной конъюнктуры.

экономические нормы, утверждаемые законодательными актами (налоговые ставки, нормы амортизационных отчислений, учетная ставка банковского процента, минимальная месячная оплата труда и т. д.);

утвержденная учетная политика.

Планирование текущей деятельности состоит в построении генерального бюджета, представляющего собой систему

взаимосвязанных между собой бюджетов, охватывающих весь денежный оборот предприятия и включающих в себя: бюджет продаж; бюджет производства; бюджет прямых затрат сырья и материалов; бюджет прямых затрат труда; бюджет участия наемных работников в прибыли; бюджет переменных накладных расходов; бюджет запасов сырья, готовой продукции; бюджет общепроизводственных расходов; бюджет себестоимости реализованной продукции.

Формируемые в рамках каждого бюджета количественные оценки не только используются по своему предназначению, но и являются исходными данными для построения финансового бюджета.

Бюджет движения денежных средств является важнейшим документом по управлению текущим денежным оборотом предприятия. Он разрабатывается на предстоящий год с разбивкой по кварталам и месяцам. Учитывая, что ряд исходных предпосылок разработки этого плана носят слабопрогнозируемый характер, он составляется обычно в вариантах – «оптимистическом», «реалистическом» и «пессимистическом» [6]. С помощью этого документа обеспечивается оперативное финансирование всех хозяйственных операций предприятия. На основе бюджета движения денежных средств, предприятие прогнозирует выполнение своих

расчетных обязательств перед государством, кредиторами и партнерами, фиксирует происходящие изменения в платежеспособности. Данный документ позволяет планировать поступление собственных средств, а также оценивать потребность в привлечении заемного капитала.

Составление бюджета движения денежных средств позволяет определить объем прибыли, необходимый для обеспечения платежеспособности предприятия. В бюджет движения денежных средств на плановый период рекомендуется включать такие показатели, как:

поступления средств за отгруженные товары и оказанные услуги в прошлом и текущем периоде;

динамику доходов от финансовой деятельности;

расходование выручки от продаж по основным направлениям: закупка сырья и материалов, оплата труда, постоянные расходы и другие текущие потребности предприятия;

выплату процентов по кредитам и займам;

выплату дивидендов;

инвестиционные расходы;

величину собственных средств предприятия в обороте.

Построение прогнозной отчетности в рамках бюджетного планирования текущей деятельности или на более длительную перспективу является неотъемлемой функцией финансо-

вой службы любого предприятия. Эта отчетность может использоваться для различных целей: как ориентир для контроля текущей деятельности, при прогнозировании степени удовлетворительности структуры баланса и т. п. При этом успешное выполнение оптимальных финансовых планов обеспечивает устойчивое финансовое положение предприятия, которое является залогом его эффективного функционирования.

В последнее время коммерческие организации все чаще применяют систему бюджетного планирования деятельности структурных подразделений и всей фирмы, которая внедряется в целях строгой экономии финансовых ресурсов, сокращения непроизводительных расходов, большей гибкости в управлении и контроля за затратами в целях повышения точности плановых показателей. Начальная стадия составления бюджетов действительно побуждает сотрудников, подразделения и предприятие смотреть вперед и планировать, учитывая все обстоятельства, рассчитывая вероятные доходы, определяя вероятные расходы, узнавая, от чего они зависят, и т. д.

Внедрение принципов бюджетного планирования предоставляет ряд преимуществ:

помесячное планирование бюджетов структурных подразделений даст более точные показатели размеров и структу-

ры затрат, чем система бухгалтерского учета и финансовой отчетности, и, соответственно, более точное плановое значение размера прибыли [7];

в рамках утверждения месячных бюджетов структурным подразделениям будет предоставлена большая самостоятельность в расходовании экономии по бюджету фонда оплаты труда, что повысит материальную заинтересованность работников в успешном выполнении плановых заданий;

бюджетное планирование позволит осуществить режим строгой экономии финансовых ресурсов предпринимательской фирмы;

бюджетирование, можно сказать, выполняет организующую роль для работы отдельных сотрудников, подразделений и для предприятия в целом, устанавливая рамки, в пределах которых следует работать, определяя направления деятельности. Оно также помогает установить финансовую ответственность работников, осуществляющих контроль, и/или менеджеров, делая их ответственными за успех или невыполнение заданий их отделами и/или подразделениями. Бюджетирование помогает понять, чего конкретно их команды должны достичь, чтобы сохранить направление движения предприятия. Бюджетирование также позволяет количественно определить финансовые цели, в направлении кото-

рых следует работать;

бюджетирование может побуждать людей работать старательнее и делать работу лучше. По сути бюджеты устанавливают требуемые стандарты и в результате превращаются в цели, которых нужно достичь, чтобы получить определенный доход, к тому же - к определенным датам; поддерживать положительное состояние денежных средств; сохранять расходы в согласованных пределах и т. д. Ясно, что существуют многочисленные способы стимулирования сотрудников, но шанс достичь цели, получить признание и одобрение за достигнутый успех - это серьезный стимул;

бюджетирование предоставляет средство контроля [11]. Более поздние этапы, связанные с соблюдением бюджетов, дают возможность отдельным сотрудникам, подразделениям и предприятию осуществлять более строгий контроль за своей деятельностью (сравнивая плановые показатели и фактические результаты, определяя отклонения и необходимое для этого корректирующие действие, а затем предпринимая шаги, позволяющие управлять ситуацией, уделяя внимание трудностям до того, когда станет слишком поздно).

Бюджетирование выполняет координирующую роль. Составление вариантов различных бюджетов, а затем сведение их в единый основной бюджет

может помочь скоординировать действия сотрудников и подразделений внутри организации.

Организация работы по составлению бюджетов осуществляется по двум направлениям: «Сверху-вниз» и «снизу-вверх». При составлении бюджета «сверху-вниз» руководство предприятия определяет цели и задачи, окончательные плановые показатели, а затем эти показатели спускаются более низшему структурному звену, что позволяет детализировать плановые показатели, по мере продвижения на более низкие уровни структуры предприятия и в данной форме включать в планы подразделений. При методе «снизу-вверх» формировать плановые показатели начинают отдельные структурные подразделения, и затем уже руководитель отдела реализации предприятия сводит эти показатели в единый бюджет (план), который впоследствии может войти составной частью в общий бюджет (план) предприятия. Оба варианта бюджетирования, и «сверху вниз», и «снизу вверх», имеют свои достоинства и свои недостатки. В системах бюджетирования первого типа достоинством является вовлеченность в процесс бюджетирования руководителей низшего уровня и специалистов, что имеет положительный мотивационный эффект. Вместе с тем, вовлечение в процесс планирования линейных руководителей с ограниченными

полномочиями и сферой ответственности приводит к пренебрежению ими интересами организации в целом. Вторым существенным недостатком системы бюджетирования «снизу вверх» является необходимость долгого согласования бюджетов различных структурных единиц организации. Масса времени и сил тратится как на устранение бюджетного зазора, так и на приведение показателей разных подразделений в соответствие друг другу. Вариант бюджетирования «сверху вниз» лишен указанных недостатков, и поэтому обеспечивает согласованность бюджетов с минимальными затратами времени и сил персонала организации. К сожалению, принцип «мне сверху видно все» в реальных экономических условиях работает редко. Если не принимать во внимание реальные возможности организации, план, составленный исключительно по принципу «сверху вниз», либо окажется совсем невыполнимым, либо потребует серьезных корректировок в течение бюджетного периода. На практике процесс бюджетирования в организации, состоящей хотя бы из двух подразделений, бывает организован в виде комбинации информационных потоков. Если система выстроена преимущественно по принципу «сверху вниз», то составленные на уровне руководства бюджеты целесообразно перед утверждением спускать

для рассмотрения менеджерам среднего уровня на предмет реальных возможностей их выполнения. На практике нецелесообразно использовать только один из этих методов.

Также на предприятии реализован контроль исполнения бюджета, который осуществляется способом оперативного контроля платежей, который осуществляет финансовый менеджер, выполняя функции бюджетного контролера.

Бюджет предприятия представляет собой финансовый план действий, направленный на повышение эффективности деятельности организации. Главным фактором повышения эффективности является оптимизация затрат, следовательно, основной системы контроля должен являться контроль затрат.

Далее с итоговыми данными сотрудник финансового отдела проводит аналитическую работу, в ходе которой:

оценивается вклад каждого подразделения в финансовый результат по итогам месяца;

выявляются отклонения на основе данных управленческого учета. Оценивается отклонение, с точки зрения влияния на запланированный результат;

определяется характер отклонений и их внутренние и внешние причины;

разрабатываются мероприятия и возможные управленческие решения на основе анализа отклонений.

Контроль по факту совершившейся операции не способен предотвратить единичные факты финансово-хозяйственной деятельности, который могут привести к негативным изменениям в деятельности организации. Однако, он эффективен на длительных бюджетных периодах, при проведении на регулярной основе. Контролируя отклонения, возникающие в месячных или квартальных бюджетах, можно успеть предотвратить негативные их последствия при помощи обоснованного управленческого решения и выровнять показатели по году. А если предприятие по итогам первых трех кварталов получает данные о перерасходе денежных средств по статьям, необходимо внести в бюджет 4 квартала корректировки: сократить расходы по соответствующим статьям, установив жесткие лимиты или контроль казначейского исполнения бюджета, внести предложения о замене некоторых поставщиков, условия работы с которыми не выгодны для предприятия, при возможности пересмотреть условия договоров с предоплатой на договора с отсрочкой платежа. Данные меры позволят устранить возникшие проблемы. На основе экономических расчетов специалист финансово-экономической службы подготавливает аналитическую записку о мероприятиях и рекомендациях по исправлению текущей

ситуации в следующем отчетном периоде.

Различают следующие виды отклонений.

Абсолютное отклонение - разница, получаемая путем вычитания одной величины из другой. Принято считать, что если отклонение позитивно влияет на прибыль предприятия, то его исчисляют со знаком "плюс". В связи с этим в практике исчисления абсолютных отклонений используют подход, при котором рост фактического показателя по сравнению с плановым обозначают знаком "плюс", а уменьшение - знаком "минус".

Относительное отклонение - отклонение, рассчитываемое по отношению к другим величинам и выраженное в процентах. Чаще всего относительное отклонение исчисляется по отношению к какому-либо общему показателю или параметру. Применение относительных отклонений повышает уровень информативности проводимого анализа и позволяет более отчетливо оценить изменения.

Селективные отклонения. Метод расчета селективных отклонений предполагает сравнение контролируемых величин во временном разрезе: квартал, месяц и реже день. Сравнение контролируемых величин за определенный месяц текущего года с тем же месяцем предыдущего года может быть гораздо информативнее сравнения с предыдущим месяцем рассматри-

ваемого планового периода. Метод расчета селективных отклонений используется для анализа причин изменения бюджетных показателей, характеризующих "сезонные" затраты.

Кумулятивное отклонение - отклонение, рассчитанное как разница между кумулятивными показателями. Кумулятивный показатель - сумма, исчисленная нарастающим итогом. Кумулятивное отклонение позволяет оценить степень выполнения плана за прошедшие периоды (например, месяцы) и возможную разницу к концу бюджетного периода (например, квартала или года). Возникающие в отдельных периодах случайные колебания бюджетных показателей могут привести к значительным отклонениям на коротком отрезке времени. Кумуляция позволяет компенсировать случайные отклонения и более точно выявить тренд.

В процессе анализа в первую очередь выявляются отклонения по наиболее важным статьям затрат. Для этого рассчитывается структура себестоимости. Далее определяется предел допустимых отклонений, который устанавливается в процентном отношении к запланированной величине. Величина данных отклонений может достигать 10 процентов, но в среднем должна варьироваться на уровне одного - пяти процентов. Анализ отклонения следует проводить, если отклонение какого-

либо параметра бюджета выходит за установленные допустимые границы. Например, если установлен допустимый предел отклонений по исследуемой статье бюджета за каждый месяц равным 5%, то анализу следует подвергать значение статьи за те месяцы, где отклонение, как в "плюс", так и в "минус" превысило заданную величину.

Определение предела является достаточно субъективной оценкой, т.к. в данном случае руководствуются удельным весом анализируемой статьи. Если удельный вес статьи составляет 40 процентов и более от всех затрат, то планирование будет более точное, а предел допустимых отклонений будет составлять 0,5-1 процента. При планировании мелких расходов, таких как, например, канцелярия, составляющих 0,05 процента от общей величины затрат, предел отклонений может быть установлен на уровне 8 процентов. Так же необходимо выяснить, является ли данное отклонение случайным или регулярным. В случае если отклонение носит разовый характер и не играет значительной роли в достижении целевых плановых бюджетных показателей, выполнять анализ, оценку и корректировку этого отклонения нерационально и бессмысленно. Величина процентного отклонения отдельного бюджетного параметра в первую очередь свидетельствует о качестве планиро-

вания и бюджетной дисциплине, но практически ничего не говорит о степени влияния на прибыль. Например, 25%-ное отклонение по статье бюджета доходов и расходов "междугородняя связь" внешне очень значительно, однако 5%-ное снижение объема выданных кредитов влияет на прибыль гораздо больше. Данный подход предполагает ранжирование параметров, влияющих на прибыль, как в позитивном, так и негативном направлениях.

Для анализа исполнения бюджета предприятие использует ранжирование, факторный анализ и другие виды анализа.

Чаще всего на предприятии применяется план-факт анализ исполнения бюджетов, который проводится как для всех основных, так и для отдельных операционных бюджетов. Основной целью данного анализа является выявление причины отклонений и их влияния на исполнение бюджета предприятия.

Ранжирование применяется в том случае, когда необходимо провести сравнительный анализ подразделений, филиалов и т. п. по статьям бюджета. Применение данного вида анализа позволяет:

выявлять наиболее и наименее доходные подразделения;

обнаруживать наиболее и наименее прибыльные направления деятельности; сравнивать

расходы и доходы разных подразделений по заданной статье бюджета.

Результаты сравнительного анализа доходов и расходов различных подразделений могут быть использованы для разработки технологии минимизации затрат, а также для обоснования организационных решений.

Факторный анализ позволяет выявить факторы, повлиявшие на изменение значений анализируемых бюджетных статей или показателей. Формируя различные выборки исследуемых статей бюджета или бюджетных показателей и определяя параметры факторного анализа, можно провести следующие исследования:

определить влияние каждого из подразделений на общую сумму привлеченных банком средств;

проанализировать состояние бюджетной статьи, исходя из состояний подстатей, ее образующих;

определить долю подразделений в формировании значения анализируемой бюджетной статьи;

выявить структуру оборотов определенной группы клиентов и т.д.

Результаты проведения анализа могут быть представлены в виде долевой диаграммы с указанием процентного соотношения влияния факторов на суммарный бюджетный показатель.

Кластерный анализ позволяет объединять статьи бюджета в группы (кластеры) по некоторым признакам, сравнивать эти группы и выявлять среди них наиболее и наименее влиятельные. При проведении данного анализа вычисляются граничные значения статей для каждой из групп, а затем исследуемые значения статей относятся к соответствующей группе. Количество групп определяется исходя из потребностей анализа. Результаты выполнения кластерного анализа могут быть представлены в виде долевой или столбчатой диаграммы с указанием процентного соотношения анализируемых групп статей бюджетов.

С помощью трендов возможно проводить анализ изменений счетов и показателей, произошедших в течение заданного периода. Глубина исследования определяет количество периодов, на протяжении которых необходимо проследить изменения показателей. Тренд создается на основании предварительно сформированной выборки статей бюджета или бюджетных показателей, требующих постоянного контроля за их состоянием. Анализируя тренд, можно провести следующие исследования:

Выявить показатели, существенно изменившиеся в течение текущего периода по сравнению с предыдущими, и проанализировать причины этих

изменений. При этом может быть выполнен расчет как абсолютных, так и относительных отклонений по анализируемым статьям бюджета.

Рассчитать темпы изменений, отражающие динамику изменений состояния статей бюджета или бюджетных показателей. Анализ таких данных позволяет обнаружить рост или падение темпов изменений.

Анализируя тренд по бюджетной статье, аналитики прибегают к построению графика тренда для наглядного представления изменений и их тенденций. Графики трендов представляют собой три кривые по выбранному счёту или показателю, а именно: кривая изменения значения статьи бюджета или бюджетного показателя во времени; кривая темпов изменения значений статьи бюджета или бюджетного показателя; кривая ускорения изменения, отражающего направление изменения тенденций.

В практике анализа при-

чин отклонений различают анализ, ориентированный на прошлое, и анализ, ориентированный на будущее (на перспективу). При этом анализ отклонений с ориентацией на перспективу возможен в случае, если осуществляется регулярный прогноз развития контролируемых параметров. Сравнивая плановые и прогнозные величины, можно оценить вероятные отклонения в перспективе, а также установить причины возможных отклонений. Прогнозируемое отклонение является предупреждением о том, что запланированная цель может быть не достигнута и что должны быть выработаны корректирующие мероприятия.

Таким образом, из всего вышесказанного следует, что эффективная система бюджетирования предполагает не только постановку плановых задач, но и своевременный контроль и анализ исполнения бюджетов с целью принятия эффективных управленческих решений.

Литература

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (с изм., внесенными Федеральными законами от 24.07.2008 N 161-ФЗ, от 18.07.2009 N 181-ФЗ)
2. Налоговый кодекс Российской Федерации. (с изм., внесенными Федеральным законом от 24.07.2007 N 198-ФЗ, Постановлениями Конституционного Суда РФ от 22.06.2009 N 10-П, от 23.12.2009 N 20-П)
3. Афитов Э.А. Планирование на предприятии: Учеб. Пособие. – М.: Выш. шк., 2007

-
4. Бердникова Т.Б. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия: учеб. пос. – М.: ИНФРА-М, 2008
 5. Бланк И.А. Основы финансового менеджмента. В 2-х томах. – Киев: Ника-Центр, Эльга, 2008
 6. Бланк И.А. Управление денежными потоками. – Киев: Ника-Центр, Эльга, 2007
 7. Бланк И.А. Управление прибылью. – Киев : Ника-Центр, Эльга, 2007.
 8. Бланк И.А. Управление формированием капитала. – Киев: Ника-Центр, Эльга, 2007
 9. Ван Хорн Дж., Вахович Джон М. Основы финансового менеджмента: -12-е изд. – М.: ИД Вильямс, 2007
 10. Ковалев В.В. Курс финансового менеджмента: Учебник. – М.: Проспект 2008
 11. Ковалев В.В., Волкова О.Н. Анализ хозяйственной деятельности. М.: Изд-во Проспект, 2010
 12. Ковалев В.В. Введение в финансовый менеджмент: Учебное пособие. - М.: Финансы и статистика 2007
 13. Ковалева А.М., Лапуста М.Г., Скамай Л.Г. Финансы фирмы: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2003
 14. Савчук В.В. Стратегия + Финансы. Базовые знания для руководителей. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009

Согласованное управление товарно-кредитными ресурсами предприятия

В.Я. Вилисов, д.э.н.,

профессор кафедры Математики и естественнонаучных дисциплин,
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Московской области
«Королевский институт управления, экономики и социологии»,
г. Королев, Московская область,

И.В. Вилисова, к.э.н.,

ведущий аналитик ООО «Данфосс»,
г. Москва.

Рассматривается задача моделирования взаимодействия поставщика (в лице менеджера) с покупателями в части принятия решения о целесообразности выдачи очередного товарного кредита. Модель представляется в виде дерева решений. Ситуация выбора повторяется многократно. На основании ретроспективных данных о принятии «хороших» решений выявляется позиция менеджера как степень его склонности к риску. Позиция моделируется параметром пессимизма-оптимизма Гурвица. Выявленная позиция может быть использована для мониторинга качества работы менеджера управляющим более высокого уровня или в системах поддержки принятия решений, где формальные критерии выбора будут согласованы с предпочтениями менеджера.

Модель, кредит, позиция, принятие решения.

Введение. Ситуации, требующие принятия решений (СТПР) на предприятиях, очень разнообразны. Важной группой среди них являются повторяющиеся решения, которые инициируют значительные потоки данных о состоянии управляемого объекта. Вместе с тем в настоящее время существует широкий арсенал инструментальных средств автоматизиро-

ванного управления предприятиями [2, 3, 5], однако выбор управленческих решений на предприятии по-прежнему остается прерогативой человека. Важное влияние на принимаемые решения оказывает позиция лица, принимающего решения (ЛПР), которая отражает ту или иную степень склонности к риску. Однако на сегодня нет инструментов формализованно-

го мониторинга позиции ЛПР и включения ее параметров в контур управления предприятием.

В статье на основе методологии адаптивного моделирования процессов принятия решений предприятия предложена технология выявления позиции ЛПР, при управлении товарными кредитами предприятия в виде параметра пессимизма-оптимизма Гурвица [4]. Выявленная позиция может быть использована в системе управления для подготовки согласованных с позицией ЛПР решений во вновь возникающих ситуациях выбора. Формализация процедуры выявления позиции ЛПР ориентирована на повышение эффективности работы систем поддержки принятия решений (СППР), входящих в состав современных корпоративных информационных систем (КИС), и в частности, подсистем *APS (Advanced Planning and Scheduling)*.

Постановка задачи. Для задач выбора решений в условиях действующего предприятия характерна высокая повторяемость ситуаций, требующих принятия решений, в условиях ограниченного времени, поэтому здесь и невозможно использовать традиционные подходы.

Рассмотрим адаптивный подход к управлению [1] на примере задач, представимых деревьями решений, где вторая сторона - природа, которая вно-

сит неопределенность на отдельных этапах многошагового процесса. Для изложения основных элементов подхода к моделям рассматриваемого типа, приведем описание и данные для одной из практических задач, в которой СТПР многократно повторяются в процессе функционирования предприятия.

Производственное предприятие (поставщик) выпускает продукцию производственно-технического назначения (арматуру для теплоэнергетики, хотя это не принципиально для дальнейшего рассмотрения). У клиентов-оптовиков (покупателей) потребность в закупке того или иного объема продукции возникает в случайные моменты времени. Необходимая для отгрузки продукция всегда имеется (как достаточный страховой запас) на складе готовой продукции.

Покупатели почти всегда обращаются к менеджеру, выполняющему функцию ЛПР, с просьбой отгрузить в долг, т.е. выдать товарный кредит на некоторый фиксированный срок. На момент обращения у покупателя имеется некоторая текущая задолженность перед поставщиком. ЛПР принимает одно из двух решений - выдать или нет очередной товарный кредит покупателю. Если ЛПР отказывает в выдаче очередного товарного кредита покупателю, то поставка этой партии произ-

водится по предоплате и поставщик не несет потерь, связанных с задержкой оплаты товарного кредита, однако увеличивается объем запаса товара на складе в ожидании предоплаты. Если ЛПР решает отгрузить партию товара в кредит, то возможны задержки с оплатой, которые тоже носят случайный характер (в определенных пределах).

У предприятия-поставщика имеется пул покупателей. По любому покупателю из учетной системы предприятия можно получить достаточно представительную информацию о статистическом распределении величины задолженности покупателя на момент обращения за товарным кредитом и величины задержки оплаты выданных ранее товарных кредитов.

Кроме того, у ЛПР по отношению к каждому покупателю есть конкретная позиция, с учетом кредитной истории клиента и других факторов их взаимодействия. На практике ЛПР обычно учитывает не один отдельный показатель при выборе решения, а вектор наиболее важных, на его взгляд, показателей и на основе этого интегрального представления делает свой выбор. Поэтому скалярные (директивно назначаемые) критерии выбора решений в практических ситуациях часто оказываются несостоятельными. Позиция ЛПР по отноше-

нию к тому или иному покупателю может быть осторожной, умеренной или доверительной. Этот диапазон позиций представим параметром критерия Гурвица. Если по каждой паре покупатель-ЛПР определить позицию ЛПР, то эту оценку можно использовать, например, для мониторинга ЛПР, автоматизации выбора решений, передачи полномочий другому ЛПР и т. п.

Изложенную задачу выбора решений менеджеру-ЛПР приходится решать очень часто, поэтому она хорошо вписывается в круг адаптивных моделей выбора решений в повторяющихся ситуациях [1]. Моделирование этой задачи может быть выполнено структурно разными средствами, но мы представим ее в виде трехуровневого дерева решений (рис. 1), где первый уровень исходов (a, b, c, d) соответствует четырем уровням задолженности покупателя на момент возникновения у него потребности в товарном кредите, при этом его выбор целиком обусловлен объемом текущей задолженности (a - при слишком большой задолженности предоплачивать; b, c, d - обратиться за товарным кредитом). На втором уровне альтернативные решения ЛПР: 0 - отказать в товарном кредите; 1 - выдать товарный кредит. На третьем уровне исходы (a, b, c, d) , обусловленные теми

же внутренними платежными характеристиками покупателя, которые приводят к тем или иным задержкам в оплате данной, отгруженной в порядке товарного кредита, партии товара. Цифры у конечных вершин дерева решений характеризуют платеж в случае того или иного

исхода. Пусть значения платежей при исходах взаимодействия покупателя с ЛПР по отдельной партии товара отражают некоторый интегральный платеж, который приведен на рис. 1 (без пояснения его содержания будем считать, что он имеет смысл дохода).

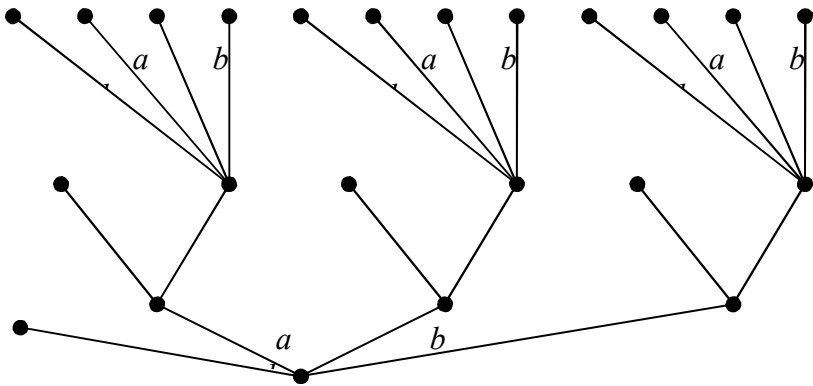


Рис. 1. Дерево решений о выдаче товарного кредита

Если ЛПР, принимая решения, не пользуется каким-либо формальным подходом, а строит свой выбор на основе личного опыта и интуиции, то по мере накопления опыта взаимодействия с покупателем и с учетом собственных корпоративных интересов (иерархии ценностей), преломленных через собственное восприятие, выбранные им альтернативы со временем будут становиться все более рациональными. При этом можно считать, что ЛПР подсознательно действует рационально, опираясь на личный опыт, выбирает определенный

«внутренний» критерий, с учетом которого и делает выбор.

Решение. Рассмотрим совокупность критериев выбора решений, представляемых комбинированным критерием Гурвица, на основании которого и построим процедуру выявления позиции ЛПР по данным наблюдения за «хорошими» принятыми решениями для модели выбора, структурно представимой деревом решений (см. рис. 1). Алгоритм распознавания позиции ЛПР в многошаговых процедурах выбора решений представим в виде следующей последовательности этапов.

Этап 1. Выполнить процедуру нормализации дерева решений (представить задачу в нормальной форме - матрицей или таблицей) одним из существующих способов [4]. При этом платежи будут представлены матрицей платежей $A = \|a_{ij}\|_{mn}$, где m - число чистых стратегий ЛПР (строки матрицы), n - число состояний природы (столбцы).

Этап 2. Построить зависимость оптимальной стратегии $f = i^*$, ($i \in 1, m$) от параметра λ критерия Гурвица:

$$V = \max_i L(i) = \max_i (\lambda \min_j a_{ij} + (1 - \lambda) \max_j a_{ij}), \quad (1)$$

например, варьируя его на некоторой регулярной сетке в интервале $[0; 1]$. В результате таких расчетов будет построена зависимость $f(\lambda)$, а по ней и обратная $\lambda(f)$.

Этап 3. По статистике наблюдений за «хорошими» решениями ЛПР, т.е. по наиболее вероятной из используемых им стратегий f , на основании обратной зависимости $\lambda(f)$ вычислить параметр λ , который и будет соответствовать

позиции ЛПР.

Рассмотрим реализацию этого алгоритма для приведенного примера.

Для применения алгоритма распознавания позиции ЛПР в задаче, представленной деревом решений на рис. 1, приведем фрагмент реализации решений (таблица 1), принятых ЛПР в режиме имитации для следующих вероятностей состояний природы на первом и третьем шагах:

$$p(a) = 0.3; p(b) = 0.3;$$

$$p(c) = 0.3; p(d) = 0.1$$

При этом будем считать, что ЛПР уже достаточно опытен, что позволяет считать все его решения «хорошими», а значит, все они могут быть использованы для оценивания. И пусть в режиме имитации $\lambda = 0.7$, т.е. позиция ЛПР более близка к осторожной. В этих условиях можно наблюдать, например, следующий фрагмент данных (состояния природы на первом и третьем шагах, выбранные ЛПР альтернативы на втором шаге, полученные в результате платежа по очередному наблюдению):

Табл. 1.

Наблюдения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Шаг 1 (природа)	b	b	d	c	b	b	b	b	c	b	b	c	d	c	d
Шаг 2 (ЛПР)	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
Шаг 3 (природа)	c	a	d	d	c	c	a	b	a	c	b	a	c	d	b
Платеж	4	4	4	8	4	4	4	4	3	4	4	3	4	8	4

Полагая, что ЛПР наблюдает состояние на первом шаге процесса (дерева решений), представим его стратегию в виде вектора $f = [i \ j \ k]^T$, $i, j, k \in \{0; 1\}$, где 0 и 1 - это альтернативы, из которых выбирает ЛПР (см. рисунок 1 и таблицу 1), при условии, что на первом шаге состояние было соответственно b, c, d . Тогда возможных стратегий восемь:

$$\begin{aligned}
 f_1 &= \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; & f_2 &= \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}; \\
 f_3 &= \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}; & f_4 &= \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}; & (2) \\
 f_5 &= \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; & f_6 &= \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}; \\
 f_7 &= \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}; & f_8 &= \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

По реализации, приведенной в табл. 1, видно, что ес-

ли на первом шаге природа находится в состоянии b или d , то ЛПР выбирает альтернативу 0, если же c , то 1, а это значит, что он пользуется стратегией f_3 . Теперь реализуем этапы приведенного выше алгоритма.

Этап 1. Выполним нормализацию дерева решений. Для этого необходимо определить элементы множества чистых стратегий ЛПР и элементы множества состояний природы. Стратегии ЛПР уже определены соотношением (2). Состояния природы определяются всеми возможными сочетаниями исходов первого и третьего шага, за исключением исхода a на первом шаге, т.к. при этом исходе ЛПР не принимает каких-либо решений. Таким образом, природа может находиться в одном из 12 состояний $s = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$, где $x \in \{b, c, d\}$, $y \in \{a, b, c, d\}$. Приведем эти состояния:

$$\left. \begin{aligned}
 s_1 &= \begin{bmatrix} b \\ a \end{bmatrix}; s_2 = \begin{bmatrix} b \\ b \end{bmatrix}; \\
 s_3 &= \begin{bmatrix} b \\ c \end{bmatrix}; s_4 = \begin{bmatrix} b \\ d \end{bmatrix}; \\
 s_5 &= \begin{bmatrix} c \\ a \end{bmatrix}; s_6 = \begin{bmatrix} c \\ b \end{bmatrix}; \\
 s_7 &= \begin{bmatrix} c \\ c \end{bmatrix}; s_8 = \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix}; \\
 s_9 &= \begin{bmatrix} d \\ a \end{bmatrix}; s_{10} = \begin{bmatrix} d \\ b \end{bmatrix}; \\
 s_{11} &= \begin{bmatrix} d \\ c \end{bmatrix}; s_{12} = \begin{bmatrix} d \\ d \end{bmatrix};
 \end{aligned} \right\} (3)$$

Тогда платежи можно представить в виде таблицы 2.

Табл. 2.

		s_j											
		ba	bb	bc	bd	ca	cb	cc	cd	da	db	dc	dd
f_i	000	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	001	3	3	3	3	3	3	3	3	0	4	7	10
	010	4	4	4	4	3	5	6	8	4	4	4	4
	011	4	4	4	4	3	5	6	8	0	4	7	10
	100	1	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	101	1	2	3	4	4	4	4	4	0	4	7	10
	110	1	2	3	4	3	5	6	8	4	4	4	4
	111	1	2	3	4	3	5	6	8	0	4	7	10

Этап 2. Для построения зависимости оптимальной стратегии $f = i^*$, ($i \in 1, m$) от параметра λ критерия Гурвица (1) проварьируем его с шагом 0.1 на интервале $[0; 1]$ и для ка-

ждого шага вычислим значения целевой функции. Результаты этих расчетов приведены в таблице 3.

Табл. 3.

		λ										
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
f_i	000	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	001	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0
	010	8.0	7.5	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0
	011	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0
	100	4.0	3.7	3.4	3.1	2.8	2.5	2.2	1.9	1.6	1.3	1.0
	101	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0
	110	8.0	7.3	6.6	5.9	5.2	4.5	3.8	3.1	2.4	1.7	1.0
	111	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0
$L^*(\lambda)$		10.0	9.0	8.0	7.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	4.0	4.0
$f^*(\lambda)$		f_2	f_2	f_2	f_2	f_2	f_3	f_3	f_3	f_1	f_1	f_1

Последняя строка в таблице 3 и представляет собой табличную запись функции $f(\lambda)$. Из $f(\lambda)$ видно, что обратная зависимость $\lambda(f)$ многозначна, т.е. одному значению аргумента, например, f_1 соответствует диапазон значений λ - от 0.8 до 1.0.

Этап 3. Из статистики наблюдений за выбором альтернатив лицом, принимающим решения (см. таблицу 1), следует, что ЛПР придерживается стратегии f_3 . А из табличной зависимости $\lambda(f)$ следует, что коэффициент критерия Гурвица, отражающий позицию ЛПР лежит в интервале [0.5; 0.7], что согласуется с данными моделирования (генерирования СТПР), где было принято $\lambda = 0.7$.

Полученные результаты можно интерпретировать таким образом, что в процессе выбора

решений ЛПР, придерживаясь своей стратегии f_3 , будет получать в среднем платеж в пять единиц, оставаясь на прежней позиции, хотя по результатам решения обратной задачи (выявления позиции по данным наблюдений) невозможно точно сказать, на какой позиции из интервала [0.5; 0.7] находится ЛПР, делая свой выбор.

Выводы. Рассмотренные в статье вопросы формализованного представления позиции ЛПР и выявления (оценивания) фактических значений ее параметров по результатам наблюдений за действиями ЛПР (выбором решений в повторяющихся ситуациях) представляют собой вариант моделирования позиции *в узком смысле*. Однако даже такое представление позиции ЛПР является достаточно конструктивным и практически полезным, т.к. позволя-

ет менеджменту более высокого уровня вести мониторинг позиции ЛПР и использовать эти данные для оперативного или организационного управления. А выявленные значения показателя позиции ЛПР позволяют использовать их в КИС предприятия для автоматизированной подготовки решений в новых ситуациях. Таким образом, предложенный подход позволяет обеспечить управление товарными кредитами предприятия в режиме, согласованном с вышестоящими уровнями, а автоматизированная подготовка

решений обеспечивает управление, согласованное с фактической позицией ЛПР. В дальнейших исследованиях предполагается расширить круг показателей, отражающих позицию ЛПР, что позволит повысить эффективность управления современными предприятиями на основе более полного учета знаний опытных менеджеров путем применения адекватных экономико-математических моделей в составе программно-инструментальных средств КИС.

Литература

1. Вилисов В.Я. Методы выбора экономических решений. Адаптивные модели. М.: Финансы и статистика, 2006. - 228 с.
2. Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандартов MRP II. СПб.: Питер, 2005. - 416 с.
3. Колесников С.Н. Стратегия бизнеса. М.: Статус-кво, 2000. - 168 с.
4. Таха Х.А. Введение в исследование операций: Пер. с англ. М.: Изд. дом Вильямс, 2005. - 912 с.
5. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 416 с.

Подходы и технологии хранения актуальных знаний в организационно-технических системах

В.Я. Вилисов, д.э.н., профессор кафедры Математики и естественно-научных дисциплин, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московской области «Королевский институт управления, экономики и социологии», г. Королев, Московская область,

Б.А. Лагоша, д.э.н., профессор кафедры Математических методов экономики, Московский государственный открытый университет, г. Москва.

В современных условиях эффективная экономика – это экономика, основанная на знаниях и использующая современные технологии управления. Поэтому вопросам формализованного включения знаний в системы управления предприятиями в последние годы уделяется много внимания. Те знания, о которых идет речь в данной статье, отражают знания менеджеров различного уровня о целевых предпочтениях, определяющих критерии выбора управленческих решений. В статье приводится краткий анализ существующих сегодня технологий управления и выбора решений в человеко-машинных системах.

Знания, модель, адаптация, принятие решения.

Введение. Эффективность экономики страны в значительной мере определяется качеством управления на уровне предприятия [7]. В последние годы появились такие мощные инструментальные средства автоматизированного управления предприятиями, как *Microsoft Dynamics, Concord IT, SAP R/3, 1С 8.0 УПП, Галактика, ТБ-Корпорация* и ряд других. Были разработаны стандарты управления *MRP-II, ERP, APS* [4, 8], охватывающие не

только производственный и логистический уровни, но и все фазы жизненного цикла продукции. Подобные корпоративные информационные системы (КИС), основанные на современных технологиях работы с данными (*Data Mining, OLAP* и др.), позволяют быстро получать выборки данных и отчеты практически в любых желаемых разрезах и ракурсах. Однако эти средства и технологии являются лишь вспомогательными средствами поддержки для менед-

жеров и других лиц, принимающих решения (ЛПР), а выбор управленческих решений на предприятии по-прежнему остается прерогативой человека. Процедуры выбора решений как элементы управленческих процедур не переходят в разряд рутинных, а остаются до сих пор больше искусством, и с желаемым качеством выполняются лишь менеджерами высокой квалификации. На стыке КИС-ЛПР возникает противоречие между высокой скоростью обработки данных и слабой структуризацией технологии работы ЛПР, его ограниченными возможностями по эффективному восприятию больших потоков данных.

Анонсированные ранее основоположниками кибернетики информационно-советующие функции [5] автоматизированных систем управления (АСУ) не получили развития в явном виде. Хотя заявленные в них задачи отчасти нашли свое воплощение в системах поддержки принятия решений (СППР, *DSS - Decision Support System* [9, 15, 20]) в основном для одноразовых или уникальных процедур принятия решений. Этот класс систем основан на знаниях экспертов, хранящихся в виде правил продукции, условных вероятностей событий в контексте байесовской логики, в виде коэффициентов важности частных критериев и т. п. Следует заметить,

что применение достаточно трудоемких процедур и методов принятия решений в многокритериальной постановке часто оказывается неоправданным и нежизнеспособным [14].

Во второй половине 20-го века была сформирована достаточно мощная теоретическая база в виде моделей и методов исследования операций (ИО), имитационного моделирования, прикладных средств математической статистики, случайных процессов, экспертных систем и нейросетевых алгоритмов [17, 18]. Однако, несмотря на всю привлекательность методов ИО, они не нашли широкого применения в практике управления предприятиями, т.к. традиционный подход применения моделей ИО ориентирован на редкое или разовое их использование.

Опыт применения самых современных вариантов систем управления промышленными предприятиями (а в последнее время таковыми являются APS-системы [13]) показывает, что на сегодня нет механизмов выявления у ЛПР реальных критериев управления. Поэтому подобные системы в лучшем случае обеспечивают менеджеру возможность оценивать варианты решений в режиме «если - то» (что составляет до 40% от общего объема программных средств системы). Здесь уместно вспомнить высказывание одного из авторитетных отече-

ственных ученых в области моделирования сложных систем Н. Н. Моисеева [12]: «Постепенно специалисты, стремящиеся внедрить в практику новые методы обработки информации, математические модели и электронную вычислительную технику, поняли, что дело не в математике. Без нее, разумеется, не обойдешься. Но главное - это именно целевые функции, то есть ясное понимание целей, которые надо достичь. И именно здесь таятся основные трудности!». Таким образом, даже в самых совершенных системах управления промышленными предприятиями ныне существует проблема критериальной неопределенности, а значит, есть необходимость в развитии существующих и/или создании новых инструментальных средств, которые могли бы адекватно отражать круг задач выбора повторяющихся решений и обеспечивать эффективную поддержку выбора решений в человеко-машинном режиме. Эффективную - в смысле реальных целей ЛПР и критериев, как формализованных образов целей.

Эффективная инновационная экономика – это экономика, основанная на знаниях [10], поэтому вопросам формализованного включения знаний в системы управления предприятиями в последние годы уделяется много внимания. Те знания, о которых идет речь в дан-

ной статье, отражают знания менеджеров различного уровня о целевых предпочтениях, которые, в свою очередь, определяют критерии управления и выбора управленческих решений.

Кратко проанализируем существующие сегодня технологии управления и выбора решений, имея в виду в качестве объектов управления бизнес-процессы промышленных предприятий.

Обучение и накопление знаний в сложных системах. Одной из важных особенностей управления экономическими объектами, как сложными системами является *комплексный характер проблем выбора решений*. Существует много факторов, которые позволяют рассматривать экономические объекты как сложные системы [1, 7, 12]. Кроме чисто технических, наиболее значимыми являются факторы участия человека в различных звеньях управления (выбора решений) и реализации управляющих воздействий. На фазах выбора решений и проявляется комплексный характер проблемы, т.к. при этом ЛПР должны учитывать большой объем данных для получения желаемого эффекта от последующей реализации решений.

Существенным также является огромное разнообразие реальных систем и обстоятельств, в которых возникает

необходимость в выборе эффективных решений. Но, тем не менее, к настоящему времени сформировался некоторый ряд направлений автоматизации процедур принятия решений на современных предприятиях, оснащенных теми или иными вариантами КИС. Особенности этих направлений кратко рассмотрим далее.

В связи с существующим противоречием между большими возможностями современных КИС и «ручным» характером выбора решений все чаще возникает потребность переложить «на плечи» компьютеров и часть операций выбора решений. В эпоху больших ЭВМ машины помогали человеку в решении рутинных операций по обработке и хранению данных, а в настоящее время эти рутинные операции автоматизированы до такого виртуозного уровня (OLAP, многомерные кубы, и т.п.), что всеми ими человек, как ЛПР, не имеет потребности воспользоваться. Такая невостребованность обычно связана с тем, что подобные средства не снимают «проклятия размерности» и не дают эффективной поддержки в процедурах выбора решений.

Вопросами обучения, накопления знаний, самонастройки и самоорганизации исследователи интересовались достаточно давно. В рамках таких научных направлений, как искусственный интеллект и

экспертные системы, было разработано много технологий, позволяющих решать отдельные практические задачи. Вопросам функционирования ЛПР в сложных системах посвящено много работ и в других направлениях исследований. Однако из многочисленных направлений в большей степени вопросам накопления знаний о предпочтениях ЛПР на некотором поле ситуаций принятия решений посвящены лишь экспертные системы. Ниже кратко остановимся на их особенностях, а также на некоторых других моделях и технологиях.

Экспертные системы. В практической деятельности есть такие сферы, где человек, обладающий определенными знаниями и опытом, решает задачи диагностики, оценивания, обнаружения, классификации и т. д. Такими сферами является медицина, правопорядок, финансовый рынок и т. п., таких специалистов называют экспертами, а деятельность называют экспертной. Желание автоматизировать такие процедуры возникло с появлением вычислительной техники, и такие программные комплексы стали называть *экспертными системами* (ЭС) [19, 20].

Теоретический инструментарий ЭС был использован из самых разных областей прикладной математики и статистики, как разработанных давно, так и интенсивно развивае-

мых в рамках нового научного направления, называемого *искусственным интеллектом* [15]. В качестве аппарата в ЭС используются и методы нечеткой логики, и логика теоремы Байеса, и техника нейросетевых, генетических, возможных вычислений.

Экспертные системы, как компьютерные программы (иногда называемые оболочками), предполагают две категории пользователей:

1. эксперты, которые «накачивают» ЭС знаниями и данными;

2. пользователи, которые вводят исходные данные, на основании которых ЭС делает выводы (выдает вариант решения, оценку, и т.п.), основанные на знаниях, заложенных в нее экспертами.

ЭС представляют собой одну из форм систем поддержки принятия решений (СППР) и в настоящее время достаточно широко используются в различных областях деятельности. Но больше они себя зарекомендовали для решения задач диагностики и классификации.

Технологически ЭС были одними из первых систем, которые позволяли отделять опыт ЛПР (эксперта) от его субъективного носителя, размещать его в компьютере в виде некоторой формальной структуры и использовать другими лицами независимо от субъекта - исходного носителя опыта.

Этим опытом, в виде ЭС, могут пользоваться и другие ЛПР (эксперты) в собственных задачах выбора решений. При этом вовсе не следует, что ЛПР, как конечный пользователь, примет именно то решение, которое сформировано экспертной системой. Оно может быть использовано как первое приближение для выбора окончательного решения, или вовсе проигнорировано. В качестве наиболее характерных можно выделить следующие классы ЭС [19]:

- *Диагностирующие.*

Они позволяют по измерениям входных и выходных величин (или просто по ансамблю измерений) сделать заключение о том, находится ли состояние объекта в норме или нет. Объектами диагностики могут быть люди, автомобили, другие технические устройства, объект экологического мониторинга и т.п. ЭС данного класса могут стоять в контуре управления неким объектом, когда необходимо оперативное вмешательство, например, управление в экстремальных режимах атомными реакторами и другими крупными и аварийноопасными объектами;

- *Прогнозирующие.* Такие ЭС используются там, где те или иные действия основываются на прогнозе показателей на некоторый интервал времени вперед. Например, при управлении инвестиционным портфелем и т.п.;

• *Планирующие.* При построении сетевых графиков, циклограмм, расписаний, при планировании закупок материалов и/или оборудования в условиях ограниченных финансовых ресурсов и др.;

• *Интерпретирующие.* К таким относятся системы интерпретации рентгенограмм и иных результатов измерения параметров пациентов в медицине, психологических тестов в психиатрии, данных геолого-разведки и т.п.

Основными функциональными модулями экспертных систем являются: *база знаний* и *механизм вывода*. База знаний (БЗ) состоит из двух частей: *факты* (или декларативные знания) и *процедурные знания*. Факты отражают состояния некоторых объектов или явлений (например, нормальная температура в помещении или нет, светится экран телевизора или нет и т.п.). Факты обычно представляют собой некий список терминов, специфичных для соответствующей предметной области. Процедурные знания - это некие правила, позволяющие манипулировать исходными фактами для получения выходных фактов (заклучения, решения, и т. п.). Одна из форм процедурных знаний - это схемы продукции типа «ЕСЛИ Факт1 И Факт2 ТО Факт3 ИНАЧЕ НЕ Факт4». Для ЭС такого типа эксперт-источник знаний должен запи-

сать всю исчерпывающую систему подобных продукционных правил, учитывающих все ситуации, возможные в данной предметной области.

Процедурные знания могут быть построены и на основе вероятностной парадигмы, базирующиеся на теореме Байеса [17], где факты могут иметь место с некоторыми вероятностями. Подобные ЭС называют нейлоровскими [19]. Для таких ЭС, следуя логике формулы Байеса, необходимо задать все условные и безусловные вероятности для цепочки взаимосвязанных событий. Вместе со списком фактов они определяют модель знаний эксперта в данной предметной области.

Кроме правил продукции приведенных двух типов, существует довольно много и других подходов к построению баз знаний и механизма вывода. Среди наиболее значимых можно отметить нейросетевые и эволюционные (генетические) варианты организации баз знаний [20]. При этом в описании моделируемых объектов успешно используется нечеткая логика, как удобный инструмент представления данных и вывода. Нейронные сети представляют собой некое поле элементов, преобразующих подобно нейронам головного мозга совокупность входных сигналов в выходные. Нейроны взаимосвязаны посредством входных дендритов и выходных аксонов

через синаптические связи. Каждый нейрон может выполнять те или иные функции (активационные функции) над входными сигналами, в результате чего выдавать на аксон соответствующий сигнал (значение). Все входные значения обрабатываются с весами. Простейшей функцией нейрона является суммирование входных значений со своими весами. Если в продукционных ЭС «закачать» знания означало записать все правила вывода или вычислений, то в нейронных сетях знания заключены: в структуре сети (взаимосвязи нейронов); в активационных функциях нейронов; в значениях весов, с которыми воспринимается тот или иной входной сигнал нейрона.

Вообще говоря, правила продукций тоже могут быть представлены в виде нейродобной сети с входами, выходами и преобразованиями. Таким образом, в нейронных представлениях знаний существует огромное количество степеней свободы. Часть этих степеней структурные, а часть параметрические (веса). Достаточно часто в той или иной предметной области для решения соответствующего класса задач (например, для распознавания рукописных букв) настройка структуры и параметров разделены - построение структуры (связи нейронов и функции преобразования в ка-

ждом из них) выполняется с учетом особенностей задачи, а параметры настраиваются на множестве обучающих предъявлений (обучающая выборка), в каждом из которых для набора входных сигналов есть соответствующие им выходные значения (например, это изображение есть буква «А», а это - «Б» и т. д.). За счет специальных механизмов (существуют различные алгоритмы) коррекции весов после ряда обучающих предъявлений веса настраиваются таким образом, что могут формировать по входному набору значений соответствующее выходное значение с приемлемой вероятностью ошибки. Нейросети представляют по существу некоторый «черный ящик», ставящий в соответствие набору входных величин некоторую совокупность выходов. Подобные структуры внешне аналогичны фон Неймановским конечным автоматам, состоящим из набора логических элементов И, ИЛИ, НЕ и некоторых функций преобразования, однако позволяют (с учетом аппарата нечеткой логики и генетических алгоритмов) строить гораздо более эффективные вычислительные устройства (называемые нейрокомпьютерами и находящимися в настоящее время в стадии исследований).

Многослойная нейронная сеть обычно состоит из входного и выходного слоев, а

также из нескольких внутренних (скрытых) слоев. Одним из недостатков нейронной сети является то, что обученная сеть представляет собой «черный ящик», выдающий некоторый достаточно адекватный отклик на входной сигнал, а дополнительные знания экспертов можно учесть только через перенастройку и/или переобучение сети. Другая проблема заключается в обработке входных сигналов, заданных в разных шкалах т.к. при вычислении отклика нейронная сеть предполагает непрерывность всех значений. Теория нейронных сетей все еще полна белых пятен, свидетельствующих о продолжающемся периоде становления ее как прикладной дисциплины.

Управление в технических системах. Применительно к управлению производственными процессами исторически так сложилось, что развивались два направления: АСУПы и АСУТП. Особенности АСУПов было существенное влияние человеческого фактора на объект управления, а отсюда - слабая формализуемость многих организационно-производственных процессов, а значит и автоматизации подлежали лишь отдельные частные задачи. АСУТП напротив - практически не были подвержены влиянию человеческого фактора и могли быть автоматизированы практически пол-

ностью. Предельной степенью развития АСУТП стали заводы-автоматы.

В АСУТП находили применения все технологии, успешно развиваемые и в других направлениях, например, в управлении летательными аппаратами, иными транспортными средствами, как в бортовом, так и в удаленном исполнении. В автоматическом управлении техническими объектами было разработано довольно много методов, подходов и технологий, которые обеспечивали эффективное управление в самых различных условиях среды (нестационарность, противодействие и т. п.). Именно в управлении техническими объектами были успешно использованы некоторые принципы живой природы, такие как обратная связь, резервирование и т. п. Однако до момента появления достаточно мощных цифровых процессоров технологии систем управления техническими и организационно-техническими объектами развивались практически независимо. Для систем управления техническими объектами широко использовалась аналоговая аппаратура. В последнее время программно-технические средства как для управления техническими объектами, так и для управления организационно-техническими практически не отличаются. И алгоритмы управления могут быть идентичными. Одним су-

щественным отличием остается разное допустимое время реакции.

За время независимого развития этих двух разновидностей систем управления было очень много сделано в таких направлениях как фильтрация (винеровская и калмановская), идентификация, оценивание. А ориентация на реализацию в цифровых процессорах позволяет использовать эти разработки также и в системах управления организационно-технических (экономических) объектов.

Методы активного тестирования (воздействия) на объект управления для оценивания его динамических характеристик (активная идентификация), также является важным технологическим инструментом при построении моделей управляемого объекта или звеньев системы управления. Правильный подбор тестирующих воздействий (если такое допустимо для соответствующих систем) позволяет максимально быстро получить данные о неизвестных параметрах, на основании чего затем и выполнить эффективное управление. Следует отметить, что подобные подходы достаточно длительное время разрабатывались и для чисто «ручных» применений в рамках такого направления прикладной статистики, как «Планирование эксперимента». Принципы дuality управления для техни-

ческих объектов позволяют строить алгоритмы решения одновременно задач идентификации динамических характеристик объекта управления и синтеза управляющих воздействий. Такой подход также представляет интерес при конструировании алгоритмов управления и экономическими объектами.

Исследование операций. Подход, разработанный в рамках прикладного научного направления, называемого «Исследование операций» (ИО), возник как один из инструментов анализа и управления в сложных организационно-технических системах при планировании и выполнении военных операций в Великобритании во время Второй мировой войны. После войны подход и методы исследования операций широко применялись в самых разнообразных сферах - от военно-стратегических исследований до торговых операций [1, 11, 17, 18, 19]. Востребованность методов ИО была обусловлена появлением достаточно сложных организационно-технических систем, которыми надо было управлять, оценивать их состояние и эффективность функционирования. Кроме того, в это время бурно развиваются вычислительные машины, способные решать возникающие в ИО сложные задачи. К тому времени разработаны и теоретические основы ряда направлений в ИО - матричные и диф-

ференциальные игры, системы массового обслуживания и др.

В основе методов ИО всегда лежала *модель*, как некий образ реально существующего объекта. Все исследования объекта строились на модели, на ней вырабатывались управления и выполнялись необходимые оценки. Модель может в разной степени полноты отражать реальную действительность, но часто она является единственной возможностью исследовать показатели, свойства и поведение объекта. По выражению Т.Саати [16] «Исследование операций представляет собой искусство давать ответы на практические вопросы, по которым другие методы не дают никаких».

Сегодня ИО - это огромное поле направлений [1, 6, 9, 14, 17, 18, 19, 16] с размытыми границами и порой незаметно переходящее в другие дисциплины, а иногда являющееся предметом споров о принадлежности к ИО. Методы ИО иногда отождествляют с Технической кибернетикой, Экономической кибернетикой и т. п. Поэтому к ИО могут быть причислены различные отрасли прикладной математики. Здесь будем иметь в виду лишь те направления ИО, которые содержат модели, методы и алгоритмы выбора решений. Из традиционных направлений ИО рассматриваются такие области как математическое программиро-

вание, теория игр, теория статистических решений, марковские процессы с платежами. Хотя этот список не является исчерпывающим.

Важная особенность ИО состоит в том, что к настоящему времени создано большое количество моделей, которые *структурно* адекватно описывают различные классы реальных объектов и систем. Так задаче выбора наилучшего рациона или раскрытия материалов соответствуют модели линейного программирования, задаче выбора стратегий в конфликтных ситуациях - матричные игровые модели, задаче выбора траектории погони - модели дифференциальных игр и т.п. При этом модели, как автономные сущности, были достаточно детально и всесторонне исследованы. Кроме того, для различных практических приложений, имеющих разнообразные специфические особенности, были созданы многочисленные модификации исходных базовых вариантов моделей. Но до сих пор подбор модели, наилучшим образом соответствующей реальной системе, остается в большей части искусством. И самым острым на сегодня остается вопрос адекватности модели реальному объекту моделирования. Применение на практике неадекватных моделей приводит к их дискредитации в глазах пользователей, поскольку предлагаемые на ос-

новые модели решения могут быть оптимальными лишь при адекватных моделях. При современном уровне развития процессорной техники в таких случаях иногда бывает удобнее произвести полный перебор вариантов и выбрать из них наилучший. Понимая относительность оптимальных решений, в какие-то периоды развития ИО высказывались предложения об исключении термина «оптимальный» из лексикона ИО, предлагалось заменить его на «субоптимальный» и т. п. Однако эти и другие проблемы практического применения моделей ИО не снижают к ним интереса из-за удобства интерпретации результатов, прозрачности структуры модели, наличия большого арсенала средств и технологий поиска решений на их основе и в силу ряда других достоинств. Чего пока нельзя сказать об экспертных системах, воспринимаемых в основном как «черный ящик».

Классическая схема (традиционная парадигма) применения технологии и средств ИО заключается в следующих шагах [17, 18]:

1. Анализ объекта и определение цели исследования. Выбор учитываемых параметров, показателей и критериев.

2. Построение модели, адекватной объекту. Этот этап технологии ИО всегда оставался больше предметом искусства или некоторого «шаманства»,

выполняемого квалифицированными специалистами в соответствующей предметной области и одновременно в области построения моделей ИО. Обычно такая работа выполнялась группой системных аналитиков на фазе разработки системы или же эпизодически в режиме аутсорсинга, очень редко силами собственного специального подразделения т.к. конечному пользователю желательно, как финальный продукт, *получать решение, а не модель*.

3. Исследование модели и поиск оптимального решения на модели.

4. Реализация решения и оценка его эффективности.

В тех случаях, когда многократно на протяжении продолжительного периода времени принимаются решения по модели (выполняются только пункты 3, 4), часто возникают сомнения в степени соответствия модели реальному объекту, а иногда возникают и прямые противоречия с реальной действительностью в силу влияния факторов внешней среды и иных дестабилизирующих воздействий. Поэтому хотя бы эпизодически возникает необходимость в выполнении кроме пунктов 3, 4 и пунктов 1, 2. На этом этапе проявляется одно из существенных противоречий в ситуациях, когда подобные схемы используются в управлении экономическими объектами. Оно заключается в том, что

группа аналитиков должна не хуже топ-менеджеров знать все реально существующие нюансы объекта, все цели, которые декларированы, вербализованы и имеют в виду менеджмент. Аналитики должны не только их правильно и полно выявить, но и безошибочно воплотить в модели. Конечно, аналитики являются тем звеном обратной связи, которое иногда «подкручивает» структуру и параметры модели, но его можно считать и дополнительным источником искажений. Однако в рамках традиционной парадигмы нет другого варианта для обеспечения должного качества модели.

Вследствие явного или неявного осознания отмеченных недостатков, в последнее время были разработаны техники и подходы, направленные на их компенсацию. И в первую очередь следует отметить программные средства, обеспечивающие исключение из технологической цепочки аналитиков, как дополнительного звена, вносящего неудобства и искажения. Это в основном комплексы, позволяющие решать многокритериальные задачи [14, 19]. В них те функции, которые выполнялись аналитиками, перекадываются «на плечи» пользователя (обычно - топ-менеджера), а вместе с этим он должен освоить и несвойственные для его деятельности сущности и понятия из области многокритериальной оптимиза-

ции (критерии, ранги, шкалы и т.п.), при этом ответственность за качество модели (построенной неспециалистом в области моделирования) лежит на нем же. Кроме того, подобные механизмы не охватывают всего спектра моделей ИО.

Задача обеспечения приемлемого качества модели особенно остро стоит в тех приложениях, где ситуация на объекте моделирования меняется достаточно быстро. Среди экономических объектов - это уровень предприятия, цеха, производства [2, 4, 7, 8, 13]. Здесь горизонт оперативного управления исчисляется днями, а значит, дестабилизирующие факторы и другие источники нестационарности могут изменять адекватность модели за такие же короткие периоды, что потребует корректировки модели с учетом такой высокой динамики.

Выводы. Приведенный в статье анализ основных подходов и технологий накопления и хранения знаний (предпочтений) ЛПР в организационно-технических системах, позволяет утверждать, что по состоянию на сегодня из существующих технологий лишь модели исследования операций обладают необходимыми для использования в КИС свойствами.

Данная статья является первой частью из двух, посвященных анализу состояния проблемы извлечения, хранения

и применения знаний ЛПР в современных КИС, где ЛПР должен быть органичной частью системы управления предприятием, лишенным ореола «шаманства» и незаменимости, а

лишь его эффективно функционирующим звеном. Вторая статья посвящена технологии применения моделей ИО в качестве «консервов» целевых (критериальных) знаний ЛПР.

Литература

1. Акофф Р. Планирование в больших экономических системах. - М.: Сов.радио, 1972. - 224 с.
2. Вилисов В.Я. Адаптивные модели исследования операций в экономике. - М.: Энит, 2007. - 286 с.
3. Вилисов В.Я. Методы выбора экономических решений. Адаптивные модели. - М.: Финансы и статистика, 2006. - 228 с.
4. Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандартов MRP II. - СПб.: Питер, 2005 - 416 с.
5. Глушков В.М. Введение в АСУ. - Киев: Техника, 1974. - 254 с.
6. Данилин В.И. Операционное и финансовое планирование корпорации. - М.: Наука, 2006. - 334 с.
7. Клейнер Г.Б. Стратегия предприятия. - М.: Дело, 2008. - 568 с.
8. Колесников С.Н. Стратегия бизнеса. - М.: Статус-кво, 2000. - 168 с.
9. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. - М.: Логос, 2000. - 296 с.
10. Макаров В.Л., Клейнер Г.Б. Микроэкономика знаний. - М.: Экономика, 2007. - 204 с.
11. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе / А.М. Дубров, Б.А. Лагоша, Е.Ю. Хрусталёв, Т.П. Барановская // Под ред. Б.А. Лагоши. - М.: Финансы и статистика, 2001. - 224 с.
12. Моисеев Н.Н. Люди и кибернетика. - М.: Молодая гвардия, 1984. - 224 с.
13. Питеркин С.В. Точно вовремя для России. Практика применения ERP-систем / Питеркин С.В., Оладов И.А., Исаев Д.В. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. - 368 с.
14. Подиновский В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / Подиновский В.В., Ногин В.Д. - М.: Наука, 1982. - 256 с.
15. Поспелов Г.С. Искусственный интеллект - прикладные системы / Поспелов Г.С., Поспелов Д.А. - М.: Знание, 1985. - 48 с.
16. Саати Т.Л. Математические методы исследования операций. - М.: Воениздат, 1963. - 232 с.

-
17. Таха Х.А. Введение в исследование операций: Пер. с англ. - М.: Изд. дом Вильямс, 2005. - 912 с.
 18. Холл А.Д. Опыт методологии для системотехники. - М.: Сов.радио, 1975. - 448 с.
 19. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 416 с.
 20. Ярушкина Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем. - М.: Финансы и статистика, 2004. - 320 с.

Методика определения стоимости корней женьшеня

К.Н. Красиков, к. т. н., доцент

Российская таможенная академия, Владивостокский филиал,
г. Владивосток, Россия

Разработаны критерии органолептической оценки качества корней женьшеня и результаты исследований апробированы на практике. Установлена необходимость проведения химических исследований для определения экстрактивности гинзенозидов (основных действующих биологически-активных компонентов натурального корня женьшеня) и для идентификации ботанического вида женьшеня; с помощью ВЭЖХ хроматографии гинзенозиды выделены и охарактеризованы.

Экспертиза, корень женьшеня, органолептическая оценка, гинзенозиды.

The article deals with the organoleptic's estimation of the ginseng's roots quality. The results are approbated on practice. It was worked out the criteria of the organoleptic's estimation of the ginseng's roots quality. It was settled a necessity of carrying out the chemical investigation for ginsenosids' determination and for identification of botanical ginseng's species.

Decision, ginseng'root, organoleptic estimation, ginsenosids.

В соответствии с разработанными методиками были произведены товароведческие и оценочные экспертизы корней женьшеня, которые условно пронумерованы: сырой корень плантационного женьшеня из КНР – образец №1 (рис. 1), ди-

корастущий приморский сырой корень – образец № 2 (рис. 2), культивированный приморский сырой корень – образец № 3 (рис. 3) и корни культивированные приморские сушеные резаные – образец № 4 (рис. 4).



Рис. 1. Вид китайского культивируемого корня женьшеня



Рис. 2. Вид приморского дикорастущего корня женьшеня



Рис. 3. Вид приморского культивируемого корня женьшеня



Рис. 4. Вид корня приморского резаного сушеного

Оценка сырья женьшеня на безопасность

Бурное развитие производства во всем мире ведет к изменению экологической обстановки на планете. Постоянные выбросы в окружающую нас среду токсичных веществ, ведет к тому, что, в конечном счете, продукты, получаемые в сельском хозяйстве, могут быть не пригодны к употреблению в пищу человеком в результате заражения их радионуклидами и тяжелыми металлами.

Так как женьшень используется не только как пищевое, но и как лекарственное сырье, наличие или превышение

допустимых норм по содержанию токсичных веществ в сырье делает невозможным его дальнейшее использование.

Исходя из выше изложенного, нами были проведены исследования корней женьшеня, представленных на экспертизу, на соответствие требованиям СанПиН 2.3.2.560-96 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» [1].

Для этого согласно [5] и [6] на В – У – спектрометрическом комплексе СКС-99 «Спутник» были проведены исследования, результаты которых сведены в табл. 1.

Табл. 1. **Результаты исследования образцов**

Наименование показателей	Значение показателей по НД	Фактическое значение показателей				Соответствие показателей НД
		кит. культ. сырой	прим культ сырой	прим дикий сырой	прим. культ. сухой резаный	
Токсичные элементы для БАД на растительной основе сырых, мг/кг, не более:						
свинец	0,5	0,12	0,1	0,09		ГОСТ30178-96 ГОСТ26930-86 ГОСТ30178-96 ГОСТ26927-86
мышьяк	0,05	<0,01	<0,01	<0,01		
кадмий	0,03	0,01	0,008	0,005		
ртуть	0,01	0,007	0,005	0,005		
Токсичные элементы для БАД на растительной основе сухих, мг/кг, не более:						
свинец	6,0				0,8	ГОСТ30178-96 ГОСТ26930-86 ГОСТ30178-96 ГОСТ26927-86
мышьяк	0,5				<0,01	
кадмий	1,0				0,05	
ртуть	0,1				0,008	
Радионуклиды, Бк/кг, не более:						
цезий-137	200	<40,25	<40,25	<40,25	<40,25	Методика [55]
стронций-90	100	<34,8	<34,8	<34,8	<34,8	Методика [56]

По результатам табл. 1 можно сделать вывод, что все образцы, взятые для исследования, соответствуют требованиям нормативно технической документации, и содержание вредных веществ не превышает установленных норм. Образцы можно использовать для производства пищевых продуктов и лекарственных препаратов.

Химическое исследование представленных образцов

Анализ литературных данных показывает, что в корнях *P. Ginseng* общий химический состав, как у дикорастущих, так и у культивируемых корней женьшеня одинаков. Основные отличия возникают при исследовании качественно-

го и количественного состава гинзенозидов. Нами проведены исследования и получены хро-

матограммы исследуемых образцов, которые показаны на рис. 5-8.

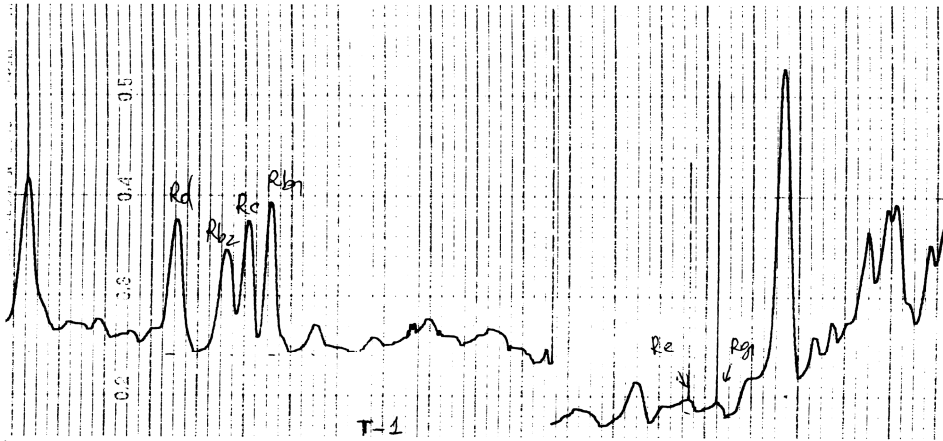


Рис. 5. Хроматограмма китайского культивируемого корня женьшеня

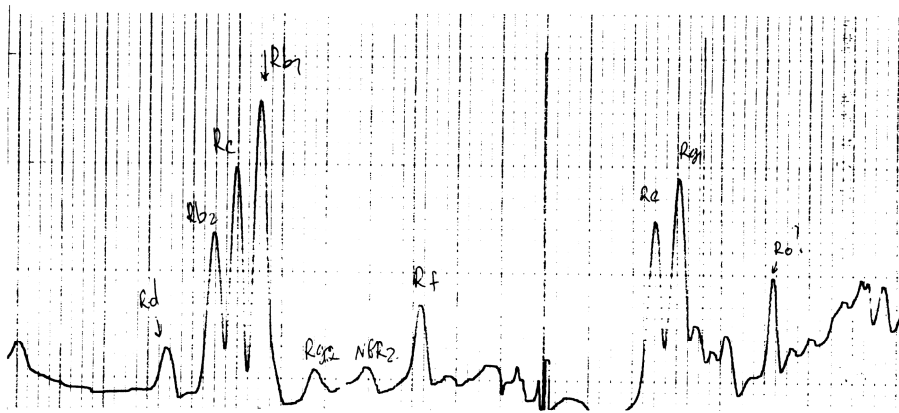


Рис. 6. Хроматограмма резаного культивируемого корня женьшеня

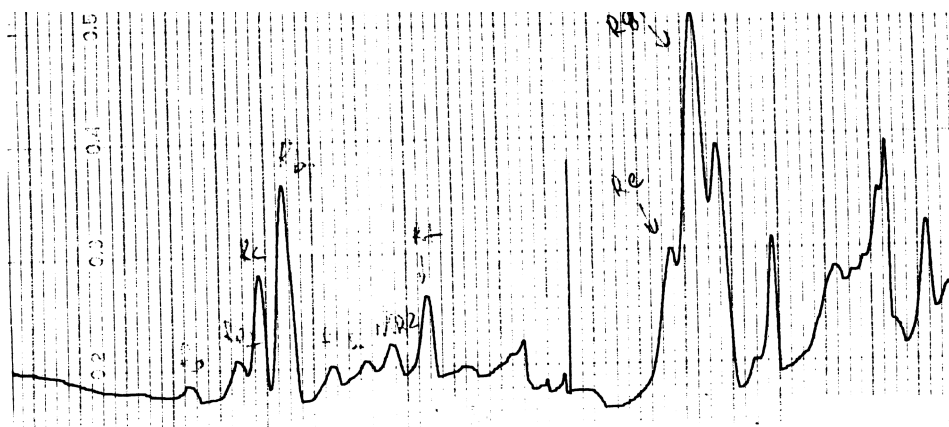


Рис. 7. Хроматограмма приморского дикорастущего корня женьшеня

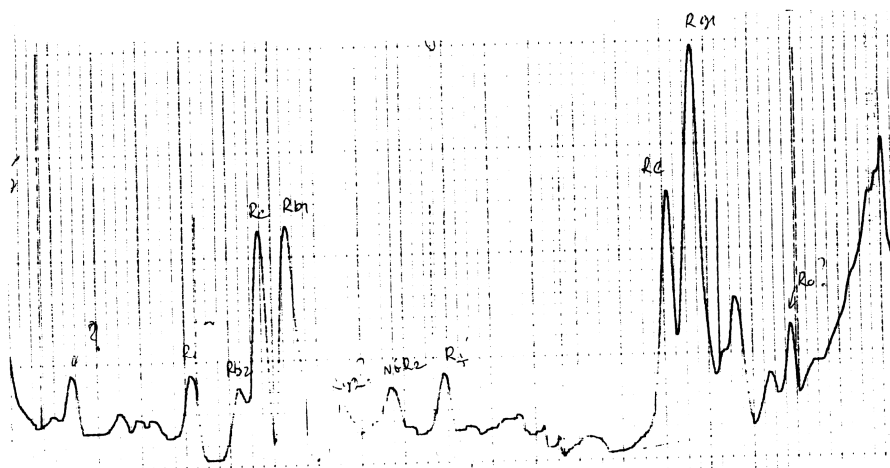


Рис. 8. Хроматограмма приморского культивируемого корня женьшеня

Хроматограммы были расшифрованы, результаты представ-

лены в табл. 2.

Табл. 2. Результаты исследования хроматограмм

Шифр образца	Содержание гинзенозидов в мг/г массы образца										Масса образца, г
	Rg ₁	Re	Rf	NG-R2	Rg ₂	Rb ₁	Rc	Rb ₂	Rd	∑	
Обр. № 1	0.03	0.03	-	-	0.08	0.49	0.43	0.33	0.59	2.47	51,59
Обр. № 2	2.22	0.85	0.65	0.31	0.30	1.48	1.19	0.43	0.16	7.57	13,48
Обр. № 3	1.59	1.02	0.31	0.30	0.30	1.33	1.32	0.47	0.67	7.31	21,47
Обр. № 4	2.15	1.86	0.80	0.25	0.23	4.77	3.87	2.85	0.77	17.35	3,21

По результатам исследования хроматограмм можно сделать выводы, что в китайском культивированном корне женьшеня суммарное содержание гинзенозидов почти в 3 раза меньше, чем в корнях приморской популяции. В корнях женьшеня приморской популяции суммарное содержание гинзенозидов практически одинаково. В сырье из сушеных резаных корней женьшеня содержание гинзенозидов заметно превышает данные по сырым корням.

Идентифицировать дикие и культивированные корни женьшеня по результатам исследования хроматограмм не представляется возможным.

Определение происхождения корня

Для определения происхождения образцов методом количественной анатомии у трех образцов сырых корней на расстоянии 5 мм от каудекса были взяты срезы тела корня и произведены замеры клеток паренхимной ткани зоны ксилемы. Полученные результаты были сравнены и введены в матрицу с образцами (стандартами) из имеющейся коллекции.

Органолептические исследования качества

Результаты органолептического исследования качества сведены в таблицу.

Табл. 3. Результаты органолептического исследования

Наименование показателя	Наименование корней женьшеня			
	Китайский плантационный сырой (обр. 1)	Приморский дикорастущий сырой (обр. 2)	Приморский плантационный сырой (обр. 3)	Приморский резаный сухой
Внешний вид:				
форма	Основное тело цилиндрической формы без повреждений, «женское», большое количество отростков	Основное тело цилиндрической формы без повреждений, «мужское», внизу делится на два основных отростка	Основное тело цилиндрической формы без повреждений, «женское», внизу делится на три основных отростка	Определить не представляется возможным
корневище	короткая, толстая, имеет 3 стеблевых следа	Длинная, тонкая, имеет 21 стеблевой след	Короткая, толстая, имеет 5 стеблевых следов	- // -
цвет	Светло-желтый	Темно-коричневый	Коричневый	Светло-коричневый
запах	Слабо выраженный земляной аромат	Сильный земляной аромат	Сильный земляной аромат	Сухого растения
вкус	Горький	Горький	Горький	Горький
Возраст	3 года	21 стеблевой след, 29 колец на теле корня	5 стеблевых следов, 19 колец на теле корня	Определить не представляется возможным

Количественная оценка качественных показателей

Следующим этапом нашего исследования является количественная оценка качественных показателей и нахождение коэффициента К для каждого исследуемого образца (табл. 4)

Численную оценку качества корней женьшеня можно осуществить с учетом коэффициентов весомости по формуле, записанной в следующем виде:

$$\begin{aligned}
 K = & M_1 \Phi [M_2(m_{\text{вид}} P_{\text{вид}}^n / P_{\text{вид}}^{\text{ЭТ}} + \\
 & + m_{\text{возраст}} P_{\text{возраст}}^n / P_{\text{возраст}}^{\text{ЭТ}} + \\
 & + m_{\text{происх}} P_{\text{происх}}^n / P_{\text{происх}}^{\text{ЭТ}}) + \\
 & + M_3(m_{\text{форма}} P_{\text{форма}}^n / P_{\text{форма}}^{\text{ЭТ}} + \\
 & + m_{\text{корневище}} P_{\text{корневище}}^n / P_{\text{корневище}}^{\text{ЭТ}} + \\
 & + m_{\text{конс}} P_{\text{конс}}^n / P_{\text{конс}}^{\text{ЭТ}} + \\
 & + m_{\text{запах}} P_{\text{запах}}^n / P_{\text{запах}}^{\text{ЭТ}} + \\
 & + m_{\text{вкус}} P_{\text{вкус}}^n / P_{\text{вкус}}^{\text{ЭТ}} + \\
 & + m_{\text{цвет}} P_{\text{цвет}}^n / P_{\text{цвет}}^{\text{ЭТ}}) + \\
 & + M_4 (m_{\text{гинзен}} P_{\text{гинзен}}^n / P_{\text{гинзен}}^{\text{ЭТ}} + \\
 & + m_{\text{вода}} P_{\text{вода}}^n / P_{\text{вода}}^{\text{ЭТ}} + \\
 & + m_{\text{масса}} P_{\text{масса}}^n / P_{\text{масса}}^{\text{ЭТ}}) + \\
 & + M_5 (m_{\text{сбор}} P_{\text{сбор}}^n / P_{\text{сбор}}^{\text{ЭТ}} + \\
 & + m_{\text{переработка}} P_{\text{переработка}}^n / P_{\text{переработка}}^{\text{ЭТ}} + \\
 & + m_{\text{упаковка}} P_{\text{упаковка}}^n / P_{\text{упаковка}}^{\text{ЭТ}} + \\
 & + m_{\text{кол}} P_{\text{кол}}^n / P_{\text{кол}}^{\text{ЭТ}}] \quad (1)
 \end{aligned}$$

Для расчета комплексного показателя «К», характеризующего количественно качество корней женьшеня, были приняты нижеследующие значения групповых коэффициентов и коэффициентов относительной весомости для исследуемого i – того свойства.

$M_2 = 0,4$ – групповой коэффициент, характеризующий биологические показатели:

$$\begin{aligned} m_{\text{вид}} &= 0,5; \\ m_{\text{происхождение}} &= 0,3; \\ m_{\text{возраст}} &= 0,2. \end{aligned}$$

$M_3 = 0,3$ – групповой коэффициент, характеризующий органолептические показатели:

$$\begin{aligned} m_{\text{форма}} &= 0,25; \\ m_{\text{корневище}} &= 0,15; \\ m_{\text{консистенция}} &= 0,15; \\ m_{\text{запах}} &= 0,15; \\ m_{\text{вкус}} &= 0,15; \\ m_{\text{цвет}} &= 0,15. \end{aligned}$$

$M_4 = 0,25$ – групповой коэффициент, характеризующий физико-химические свойства:

$$\begin{aligned} m_{\text{гинзен}} &= 0,5; \\ m_{\text{воды}} &= 0,3; \\ m_{\text{масса}} &= 0,4. \end{aligned}$$

$M_5 = 0,05$ – групповой коэффициент, характеризующий устойчивость к хранению:

$$\begin{aligned} m_{\text{сбор}} &= 0,4; \\ m_{\text{переработка}} &= 0,3; \\ m_{\text{упаковка}} &= 0,2; \\ m_{\text{кол}} &= 0,1. \end{aligned}$$

$P_{i1}^n / P_i^{\text{эт}}$ – характеризует отношение величины определяемого показателя в эксперименте к эталонному.

Поставив в разработанную формулу числовые значе-

ния коэффициентов мы получили следующее уравнение:

$$\begin{aligned} K = M_1 \Phi [& 0,4(0,5P_{\text{вид}}^n / P_{\text{вид}}^{\text{эт}} + \\ & + 0,3P_{\text{возраст}}^n / P_{\text{возраст}}^{\text{эт}} + \\ & + 0,2P_{\text{происх}}^n / P_{\text{происх}}^{\text{эт}}) + \\ & + 0,3(0,25P_{\text{форма}}^n / P_{\text{форма}}^{\text{эт}} + \\ & + 0,15P_{\text{корневище}}^n / P_{\text{корневище}}^{\text{эт}} + \\ & + 0,15P_{\text{конс}}^n / P_{\text{конс}}^{\text{эт}} + 0,15P_{\text{запах}}^n / P_{\text{запах}}^{\text{эт}} + \\ & + 0,15P_{\text{вкус}}^n / P_{\text{вкус}}^{\text{эт}} + 0,15P_{\text{цвет}}^n / P_{\text{цвет}}^{\text{эт}}) + \\ & + 0,25(0,5P_{\text{гинзен}}^n / P_{\text{гинзен}}^{\text{эт}} + \\ & + 0,3P_{\text{вода}}^n / P_{\text{вода}}^{\text{эт}} + 0,4P_{\text{масса}}^n / P_{\text{масса}}^{\text{эт}}) + \\ & + 0,05(0,4P_{\text{сбор}}^n / P_{\text{сбор}}^{\text{эт}} + \\ & + 0,3P_{\text{переработка}}^n / P_{\text{переработка}}^{\text{эт}} + \\ & + 0,2P_{\text{упаковка}}^n / P_{\text{упаковка}}^{\text{эт}} + \\ & + 0,1P_{\text{кол}}^n / P_{\text{кол}}^{\text{эт}})] \quad (2) \end{aligned}$$

Разработанный алгоритм оценки качества корней женьшеня позволяет с заданной степенью достоверности определить качество каждой партии сырья из корней женьшеня. Введение в формулу расчетов значений для приведения особенностей оцениваемых корней женьшеня к условному значению остаётся ещё до конца не исследованным.

Разработанная модель оценки качества учитывает как известные показатели, так и новые, позволяющие более точно провести анализ качества корней женьшеня в сравнении с аналогами.

Таким образом, математическое моделирование процесса определения качества корней женьшеня с помощью ЭВМ целесообразно использовать при проведении товароведческих и оценочных экспертиз корней женьшеня и другого сырья, используемого для производства биологически ак-

тивных добавок, пищевых про- дуктов и лекарств.

Табл. 4. Результаты количественного анализа качественных показателей

№ п / п	Наименование показателя	Эта- лон	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
1	Безопасность					
	М1	1	1	1	1	1
2	Биологические показатели, баллов:					
	- ботанический вид	4	3	4	4	0
	$P^N/P^{ЭТ}$		0,75	1	1	0
	- происхождение	4	1	4	1	0
	$P^N/P^{ЭТ}$		0,25	1	0,25	0
	- возраст	4	1	3	2	0
	$P^N/P^{ЭТ}$		0,25	0,75	0,5	0
	М2		0,5	0,95	0,675	0
3	Органолептические показатели					
	- форма	4	3	4	3	0
	$P^N/P^{ЭТ}$		0,75	1	0,75	0
	- размеры и состояние корневища	4	2	4	3	0
	$P^N/P^{ЭТ}$		0,5	1	0,75	0
	- консистенция	4	4	4	4	4
	$P^N/P^{ЭТ}$		1	1	1	1
	- запах	4	1	4	4	1
	$P^N/P^{ЭТ}$		0,25	1	1	0,25
	- вкус	4	1	4	4	3
	$P^N/P^{ЭТ}$		0,25	1	1	0,75
	- цвет	4	1	4	3	2
	$P^N/P^{ЭТ}$		0,25	1	0,75	0,5
	М3		0,563	1	0,864	0,376
4	Физико-химические показатели					
	- экстрактивность	4	1	2	2	4

Определение рыночной стоимости

В соответствии с методикой определения стоимости методом подбора аналога, были определены стоимости эталонов. Далее в формулу 5 были поставлены полученные коэффициенты для представленных

на исследование образцов. Результаты показаны в табл. 5.

Стоимость корней женьшеня можно определить методом подбора аналога по следующей формуле:

$$C = K Ц \quad (3),$$

где K – коэффициент, определяющий качество корня;

$Ц$ – цена эталона (аналога).

Табл. 5. Рыночная стоимость представленных образцов

№ п/п	Наименование показателя	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
1	Стоимость в \$ США за 1 кг эталонных образцов с учетом рынка	1	5000	5	16,3
	K	0,546	0,886	0,747	0,334
2	Стоимость в \$ США за 1 кг партий сырья, представленных на экспертизу	0,54	4430	3,73	5,44

По полученным результатам можно сделать вывод, что по разработанным нами методикам можно математическим

методом определить качество и стоимость корней женьшеня, как сырых, так и переработанных.

Литература

1. Брехман И.И. Институт без стен и дирекции// О комитете по изучению лекарственных средств Дальнего Востока//Вестн. ДВО АН СССР, 1990. N 3. С. 139-147.
2. Журавлев Ю.Н., Булгаков В.П., Мороз Л.А. и др. Накопление гинзенозидов в культуре клеток женьшеня *Panax ginseng* С.А. Меу, трансформированных с помощью *Agrobacterium rhizogenes*// Доклад АН СССР, 1990.Т. 311. № 3. С. 1017-1019.

-
3. Garriques S.S.; On Panaquilon, a New Vegetable Substance// Ann. Chem. Pharmacol. 1854. V.90. P. 231.
 4. Shibata S., Tanaka O., Soma K., Ilida T., Ando T., Nakamura H.; Study on Saponins and Sapogenins of Ginseng. The Structure of Panaxatriol// Tetrahedron Lett. 1965. № 3. P. 207-213.

Инновационные подходы в обучении студентов ВУЗов

В.Н. Строителев, д.т.н., профессор,

Е.А. Жидкова, аспирант,

Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Московской области
«Королевский институт управления экономики и социологии»,
г. Королев, Московская область

В системе высшего образования России в последние годы происходят заметные изменения, идет непрерывный поиск новых форм и методов обеспечения качества высшего образования и обучения студентов. Внедряется статус «портфель компетенций», которым должен овладеть и в дальнейшем применять в практической деятельности выпускник вуза. Компетентностный подход обучения становится основным и главным принципом реализации вводимых с 2011 г. ГОС ВПО.

Качество, образование, методика.

В рамках Болонского процесса европейские государства рассматривают компетентностный подход как методологию социального диалога высшей школы с миром труда, диалога вуза с реальным работодателем, как средство их сотрудничества в новых условиях взаимодействия.

Компетентность [1] – это способность специалиста реализовать свой потенциал (знания, умения, опыт, личностные качества и др.) для успешной продуктивной деятельности в профессиональной и социальной сфере, осознавая социальную значимость и личную от-

ветственность за результаты этой деятельности, необходимость ее постоянного совершенствования.

Современный работодатель заинтересован в том, чтобы дипломированный специалист имел не только знания, а мог их применять на практике в деятельности организации, мог бы самостоятельно формулировать и уметь решать задачи по управлению бизнес-процессами организаций различных по своей структуре и форме собственности.

Причины. Сейчас многие вузы стремятся учить студентов в условиях минимальных затрат

на обучение, не требующих материально-технического оснащения, без проведения организованных практик и стажировок. Подобная ориентация высшего образования привела к тому, что лиц с высшим образованием много, а специалистов для отечественных секторов экономики практически нет. Подавляющее большинство менеджеров, включая и высшие сферы управления, не имеют внятного представления о принципах, методах и инструментах управленческой деятельности. Менеджерами сейчас становятся лица, не имеющие ни знаний, ни опыта работы в сфере управления, основанного на научном подходе к управленческой деятельности. В целом, в стране сложилась такая ситуация, что лиц с высшим образованием много, но многие из них работают не по специальности или не готовы к работе по специальности. Кроме того, работа для них на технических должностях (в промышленности) не престижна и не приемлема.

Компетентностный подход [2] призван ликвидировать накопившиеся недостатки обучения студентов высшей школы.

В соответствии с требованиями реформы образования проект ГОС ВПО должен разрабатываться на основе компетентностного подхода.

Проблемы широко рассматривались российскими исследователями в методологическом и теоретическом аспектах. Необходимость включения компетентностного подхода в систему образования определяется происходящей в настоящее время сменой образовательной парадигмы. При этом смена убеждений, ценностей, технических средств обучения смещает акценты образования с принципа адаптивности на принцип компетентности выпускников. Изменение принципа означает и изменение подхода, где в качестве основных категорий выступают понятия «компетенция» и «компетентность» в их разном соотноении друг с другом. В частности, понятие «компетенция» определяется как предметная область, в которой выпускник хорошо осведомлен и проявляет готовность к выполнению деятельности, а под «компетентностью» понимается интегрированная характеристика качеств личности, выступающая как результат подготовки выпускника для выполнения деятельности в определенных областях (компетенциях). В результате образования у человека должно быть сформировано целостное социально-профессиональное качество, позволяющее ему успешно решать производственные задачи и взаимодействовать с другими людьми. Это качество может быть определено как це-

лостная социально-профессиональная компетентность человека. В идее общества знаний отражена постоянно возрастающая роль знаний и техники в современном мире. Очевидность и глобальный характер роли знаний непосредственно связаны с институтами и организациями, занимающимися получением новых знаний и их обработкой, среди них – практически все институты высшего образования. Но они, оказывается, до сих пор недостаточно к этому подготовлены, и это мы попытаемся продемонстрировать.

Во-первых, следует отметить, что учебные планы должны ориентироваться на потребности в будущем, а не на вчерашние требования рынка труда. До сих пор, обычно при формировании учебных планов высших учебных заведений исходят из существующего состояния науки и профессиональной практики. Этот подход к разработке учебных планов был приемлем при индустриальном обществе, но он, ни в коей мере не соответствует современному обществу знаний.

В будущих программах подготовки следует отказаться от классического деления на различные дисциплины и от профессиональных границ, они должны быть основаны на следующих идеях:

1) научные и профессио-

нальные области не должны быть замкнутыми и стабильными;

2) критическое мышление и понимание, творческая деятельность, гибкость и способность к коммуникации должны быть не менее важны, чем специальные знания;

3) не следует требовать, чтобы программа полностью заканчивалась к моменту выхода на рынок труда; работники общества знаний должны быть подготовлены к тому, чтобы актуализировать свои базовые знания и способности.

Именно этим обстоятельством определяется обязательность этапа выявления «портфеля» компетенций, которые в дальнейшем войдут в компетентностную модель выпускников всех ступеней (уровней) высшего образования. Компетенции выступают «ядром» нового поколения государственных образовательных стандартов, смещаемых в сторону «результатов образования».

В чем состоит назначение предложенной методики? Она позволяет, по нашему мнению, выявить с учетом отечественного и зарубежного опыта методами анкетирования и экспертного опроса актуальные «ряды» компетенций. Это требует обязательного вовлечения работодателей, выпускников и преподавателей. Сам процесс выявления компетенций должен

стать еще одним фактором утверждения в российской высшей школе принципа ее открытости высшему воздействию. Задача выявления компетенций в силу своей сложности и системного характера предполагает следующий шаг – обобщение опыта на основе практики УМО и уточнение методических рекомендаций с тем, чтобы перейти к массовой разработке. Отечественное высшее образование имеет богатый опыт построения квалификационных моделей (квалификационных характеристик), в том числе вошедших в образовательные стандарты предшествующих поколений. Этот опыт не должен быть утрачен.

Как и не могут быть обойдены вниманием те позитивные и негативные аспекты, которые стали предметом дискуссий в западных образовательных системах на этапе освоения университетами Европы новой квалификационной структуры, основанной на показателях уровней, объемов учебной нагрузки, профилей, результатов обучения и компетенций.

В международной практике принято различать образование, обучение и тренинг. Образование предполагает, что человек получает более или менее глубокие фундаментальные знания, которые позволят ему самостоятельно (или с помо-

щью литературы) разобраться в общих и конкретных проблемах некоторой предметной области. Обучение предполагает, что человек обретает некие конкретные, специальные, профессиональные знания. Тренинг [3] – это достижение конкретных навыков, направленных на понимание того, как следует поступать в той или иной ситуации, не обязательно понимая, почему следует поступать именно так. Границы между этими тремя видами подготовки выражены не слишком строго, однако в практической деятельности чаще: выше ценятся не знающие, а умеющие работники, что сопровождается возникшей своего рода девальвацией образования.

Переход от цели обучения, сформулированной в терминах знаний, к целям, сформулированным в терминах умений выполнять конкретные виды и формы деятельности, привёл к необходимости создания новой системы отбора знаний и принципов их структурирования. Поэтому при создании учебника нового поколения актуальной представляется проблема установления современных критериев оценки и качественных показателей содержания.

Свойства компьютера и возможности информационных технологий на его основе, позволяют определить состав новых системных характеристик ЭИ.

К ним, в частности, относятся:

- ❖ интерактив; интерфейс
- ❖ мультимедиа;
- ❖ моделинг.

Интерактив, мультимедиа и моделинг можно рассматривать как новые инструменты оценки и управления образовательной деятельностью. Эти инструменты на сегодняшний день становятся основными и главными системными показателями компьютерных технологий обучения.

Реализация вузами компетентностного подхода и его внедрение в процесс обучения студентов должны осуществляться комплексно с решением задач:

- ❖ непрерывного исследования рынка образовательных услуг и потребностей потенциальных студентов, их родителей, предприятий и организаций региона и России;

- ❖ модульного построения учебных тем дисциплины, позволяющего реализовать систему «кредитного обучения»;

- ❖ компьютеризации учебного процесса и реализации информационных технологий на основе внедрения дистанционных форм обучения;

- ❖ приоритетности вопросов качества обучения во всех видах деятельности по организации учебного процесса;

- ❖ исследования и применения передовых технологий обучения, издание учебной и

методической литературы в необходимом количестве.

Вузы должны иметь право формировать свою стратегию, выбирать свои приоритеты в обучении и проведении научных исследований, расходовать свои ресурсы, профилировать свои программы и устанавливать свои критерии для приема профессоров и учащихся, Болонская декларация – это гибкая и мобильная система, и, участвуя в ней, Россия не должна стремиться сломать то хорошее, что годами наработано в национальной системе образования.

Существует множество научных методов, которые рекомендованы и используются в управлении качеством. Многие из них заимствованы из системного анализа. Системный анализ – это научная дисциплина, изучающая проблемы принятия решений в условиях, когда выбор наилучшего варианта требует анализа сложной информации различной природы. Истоки системного анализа, его методических концепций лежат в тех дисциплинах, которые занимаются проблемами принятия решений - теории исследования операций и общей теории управления. В то же время любая корректно поставленная задача системного анализа является стохастической, т.к. в ней всегда присутствуют случай-

ные факторы, часть из которых случайна по своей природе, а другие оказывают случайное воздействие на исследуемый процесс в силу их игнорирования. В настоящее время практически все известные статистические методы используются в управлении качеством.

Подобным документом является ИСО/ТО 10017 [4]

Анализ документа ИСО/ТО 10017 показывает, что в нем для поддержки требований разделов ИСО 9001 предлагается использовать 12 статистических методов:

- описательная статистика;
- планирование эксперимента;
- проверка гипотез;
- измерительный анализ;
- анализ возможностей процесса;
- регрессия;
- анализ безотказности;
- выборочный контроль;
- моделирование;
- карты статистического контроля процесса;
- статистическое установление допуска;
- анализ временных рядов.

С введением новой версии стандартов серии ИСО 9000:2000 [5] наряду со статистическими методами должны использоваться математические методы системного анализа, включая методы теории исследования операций и общей тео-

рии управления. Методы системного анализа позволяют исследователю или руководителю выбрать наиболее рациональную альтернативу в условиях, когда ее обоснование требует анализа сложной информации различной физической природы. Обычно методы системного анализа ориентированы на исследование сложных систем с применением ЭВМ. Компьютерные возможности позволяют применять для исследования поведения объекта имитационные модели (метод Монте-Карло), которые дают возможность оценить статистические свойства объекта путем «помещения» его в некоторое виртуальное вероятностное пространство.

В целом, методология, используемая в области менеджмента качества обширна и разнообразна. Каждый из методов имеет определенную специфику, свои наиболее рациональные области применения. Исследователь - менеджер по качеству в своей практической деятельности должен уметь из всего многообразия методов выбрать самый эффективный, применить его для решения конкретной задачи и принять обоснованное решение из множества возможных альтернатив. Следует иметь в виду, что на основе статистических методов нельзя получить единственного однозначного результата. Все-

гда существует некоторое множество возможных решений. Задача исследователя на основе научно-обоснованных статистических методов – выбрать наиболее вероятное решение.

Компетентность – это, прежде всего, общая способность и готовность личности к деятельности, основанные на знаниях и опыте, которые приобретены благодаря обучению, ориентированы на самостоятельное участие личности в учебно-познавательном процессе и направлены на ее успешную интеграцию в социум.

Компетенция не может быть определена через определенную сумму знаний и умений, так как значительная роль в ее проявлении принадлежит обстоятельствам. Компетенция одновременно тесно связывает мобилизацию знаний, умений и поведенческих отношений, настроенных на условия конкретной деятельности. Специфика педагогических целей по развитию общих компетенций состоит в том, что они формируются не в виде действий преподавателя, а с точки зрения результатов деятельности обучаемого, с точки зрения эффекта его продвижения и развития в процессе усвоения определенного социального опыта.

Принципы методики обучения

1. Весь учебный процесс должен быть ориенти-

рован на достижение задач, выраженных в форме компетенций, освоение, которых является результатом обучения.

2. Формирование так называемой «области доверия» между обучающими и обучаемыми.

3. Обучающиеся должны сознательно взять на себя ответственность за собственное обучение, что достигается созданием такой среды обучения, которая формирует эту ответственность. Для этого обучающиеся должны иметь возможность активно взаимодействовать.

4. Обучающимся должна быть предоставлена возможность учиться поиску, обработке и использованию информации. Необходимо отказаться от практики «трансляции знаний».

5. Обучающиеся должны иметь возможность практиковаться в освоенных компетенциях в максимально большом количестве реальных и имитационных контекстов.

6. Обучающимся должна быть предоставлена возможность развивать компетенцию, которая получила название «учиться тому, как нужно учиться», то есть нести ответственность за собственное обучение.

7. Индивидуализация обучения: предоставление каждому обучающемуся воз-

возможность осваивать компетенции в индивидуальном темпе

Всё вышесказанное представляет ту методическую, дидактическую, педагогическую и ценностную базу, на которой строится процесс обучения, основанный на компетентностном подходе.

Планируя организацию учебного процесса и методы, следует всегда помнить, что мы заготавливаем:

- ❖ 20% услышанного;
- ❖ 40% увиденного;
- ❖ 60% увиденного + услышанного;
- ❖ 80% увиденного + услышанного + сделанного нами самими.

Эффективная организация учебного процесса должна:

- ❖ быть основана на потребностях обучающихся и учитывать их уровень;
- ❖ привлекать обучающихся к процессу принятия решений на всех уровнях процесса обучения;
- ❖ иметь практическую направленность и ориентироваться на решение проблем;
- ❖ быть основана на активных методах обучения и опыте;
- ❖ учитывать в процессе обучения задачи, которые стоят перед собой обучающиеся;
- ❖ использовать обсуждения и групповые формы работы для создания поддерживающей образовательной среды;

- ❖ показывать, где могут практически использованы приобретаемые умения и знания;

- ❖ использовать логику и последовательность заданий, обеспечивающую закрепление полученного нового опыта;

- ❖ обеспечивать возможность для проведения самооценки, использования полученных умений, а также обратную связь с преподавателем.

Модульная система [6]

Модульная система производственного обучения впервые была разработана Международной организацией труда (МОТ) в 70-х годах XX века как обобщение опыта подготовки рабочих кадров в экономически развитых странах мира.

Эта система быстро распространилась по всему миру и, по сути, стала международным стандартом профессионального обучения. Она обеспечивает мобильность трудовых ресурсов в условиях НТП и быстрое переобучение работников, которые освобождаются при этом.

Модульная система разрабатывалась в рамках популярной тогда индивидуализированной системы обучения Ф. Келлера, поэтому включило в себя ряд позитивных моментов: формирование конечных и промежуточных целей обучения; распределение учебного материала на отдельные разделы;

индивидуализированные темпы обучения; возможность перехода к изучению нового раздела, если полностью усвоен предыдущий материал; регулярный тестовый контроль знаний.

Появление модульного метода – попытка ликвидировать недостатки следующих существующих методов профессиональной подготовки:

❖ направленность профессиональной подготовки на получение профессии в общем, а не на выполнение конкретной работы, что мешало устраиваться на работу выпускникам учебных заведений;

❖ негибкость подготовки относительно требований отдельных производств и технологических процессов;

❖ несоответствие подготовки довольно сильно дифференцированному общеобразовательному уровню разных групп населения;

❖ отсутствие учета индивидуальных особенностей учеников.

Главное в модульном обучении – возможность индивидуализации обучения. Наличие альтернативных (выборочных) модулей и свободный их выбор позволяет всем студентам усвоить учебный материал, но в индивидуальном темпе. Важно, чтоб задания были настолько сложны, чтобы студенты работали с напряжением своих умственных способно-

стей. В то же время при индивидуализированной системе обучения от обучаемого требуется полное усвоение учебного материала с конкретной проверкой знаний по каждому модулю.

Гибкость модульного обучения. Дж. Рассел представляет модуль, как единицу учебного материала, которая отвечает отдельной теме. Модули могут группироваться в разные комплекты. Один и тот же модуль может отвечать отдельным частям требований, которые касаются разных курсов. Добавляя «новые» и исключая «старые», можно, не изменяя структуру, составить любую учебную программу с высоким уровнем индивидуализации.

Активность учащихся в процессе обучения. Для эффективного усвоения учебного материала учащийся должен активно над ним работать. Главным преимуществом методики в учебных заведениях Западной Европы является деятельность учащихся. Другими словами, - акцент ставится не на преподавании, а на самостоятельной индивидуальной работе учащихся с модулями.

Функции педагога. С появлением модульного обучения функции педагога меняются, т.к. акцент делается на активную учебную деятельность учащихся. Педагог освобождается от рутинной работы – пре-

подавания несложного учебного материала, активный контроль знаний учащихся сменяется самоконтролем. Больше времени и внимания ППС уделяет стимулированию, мотивации обучения, личными контактами в процессе обучения. При этом он должен быть высококомпетентным, что позволяет ему давать ответы на те сложные вопросы творческого характера, которые могут возникнуть у учащихся в процессе работы с модулем.

Главное отличие модульной системы обучения от традиционной заключается в системном подходе к анализу изучения конкретной профессиональной деятельности, что исключает подготовку по отдельным дисциплинам и предметам. Учебный элемент – самостоятельная учебная брошюра, предназначенная для изучения, ориентированная как на самостоятельную работу обучающегося, так и на работу под руководством инструктора. Каждый учебный элемент охватывает определенные практические навыки и теоретические знания.

Особенности модульного обучения заключаются в том, что учащийся частично или полностью самостоятельно может работать с предложенной ему учебной программой, которая содержит в себе целевую программу действий, базы информации и методическое ру-

ководство для достижения поставленных дидактических целей. В этом случае функции преподавателя могут изменяться от информационно-контролирующих до консультационно-координирующих.

В Королевском институте управления, экономики и социологии (КИУЭС) по направлению подготовки «Управление качеством» для квалификаций «Бакалавр» и «Магистр» разработаны учебные планы, состав и содержание дисциплин базовой и вариативной части которых базируются на принципах системности. Дисциплины учебных планов взаимоувязаны между собой по содержанию и срокам обучения и позволяют реализовать компетентностный подход, создавая по каждой изучаемой дисциплине автономные учебные модули, совместимые друг с другом, а в комплексе образующие единую базу знаний и компетенций для специальности «Управление качеством».

Реализация компетентностного подхода в процесс обучения студентов в КИУЭС осуществляется комплексно с решением задач:

непрерывного исследования рынка образовательных услуг и потребностей потенциальных студентов, их родителей, предприятий и организаций региона и России;

модульного построения

учебных тем, который дает возможность реализовать систему «кредитного обучения»;

компьютеризации учебного процесса и реализации информационных технологий на основе внедрения дистанционных форм обучения;

приоритетности вопросов качества обучения и организации учебного процесса;

исследования и применения передовых технологий обучения, издание учебной и методической литературы в необходимом количестве.

Главной целью своей деятельности КИУЭС считает развитие у студентов вуза следующих компетенций:

- Способность специалиста разрабатывать структуру документов системы качества, документированные процедуры и процессы; принимать активное участие в разработке нормативных документов по качеству, в формировании политики в области качества, модели видения, стратегических и оперативных задач функционирования организации.

- Умение формировать требования по качеству на основе построения структуриро-

ванной функции качества, маркетинговых исследований, научной обработки результатов экспертного опроса.

- Способность разрабатывать аналитическую (статистическую) модель бизнес-процессов для любых организационных структур, определять показатели эффективности процессов и оценивать различные варианты достижения поставленных целей.

- Способность измерять (ранжировать) показатели качества процессов, вести их мониторинг и уметь контролировать и управлять статистическими процессами.

Разработанный в КИУЭС состав оригинальных учебных модулей по дисциплине «Статистические методы в управлении качеством» содержит 11 наименований.

Разработаны также новые билеты государственного экзамена.

Выпускник кафедры должен обладать методологией постановки и проведения НИР, начиная с формирования научно-организационного замысла и разработки ТЗ на НИР.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 10015 - Менеджмент организации. Руководящие указания по обучению.
2. И.А. Зимняя «Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования» //Высшее образование сегодня. – 2003. - №5. с. 34 – 42.

-
3. Сидоренко Е. В., Технологии создания тренинга. От замысла к результату, СПб, «Речь»; ООО «Сидоренко и Ко», 2007 г., с. 11.
 4. ГОСТ Р ИСО/ТО 10017- Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001.
 5. ГОСТ Р ИСО 9000 2000 система менеджмента качества основные принципы и словарь.
 6. Шматков Е.В., Коваленко О.Е. Методика профессионального обучения. Часть 2. - Харьков, 2002.

К вопросу о применении динамических моделей для решения задач управления предприятиями

А.Б. Бахур, к.т.н., руководитель научно-образовательного центра,
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Московской области
«Королевский институт управления, экономики и социологии»,
г. Королев, Московская область,
главный научный сотрудник,
«НИИ космических систем имени А.А. Максимова»
- филиал ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»,
г. Юбилейный, Московская область

В статье рассматриваются вопросы, связанные с переносом модельных построений из области динамики управляемого движения в область проблем управления предприятиями. В частности рассматривается интерпретация координатного метода и интерпретация понятий сила и материальная точка.

Управление, предприятие, динамическая модель, система координат, отображающая точка.

In article the questions connected with carrying over of modeling constructions from area of dynamics of operated movement in area of problems of management by the enterprises are considered. In particular interpretation of a coordinate method and interpretation of concepts force and a material point is considered.

Control, the enterprise, dynamic model, system of the coordinates, a displaying point.

Введение

Слабость модельной поддержки деятельности, связанной с управлением предприятиями, вполне очевидна. Можно сослаться еще на публикации 2003 года в журнале «Эксперт» [7]. Факт отсутствия моделей признается и в учебниках [4]. Наконец, ознакомление с

т.н. бестселлерами по менеджменту позволяет увидеть в них наличие только полуэмпирических методик (см. например, [6]).

Одной из основных причин этого является специализированность соответствующих областей знания, замкнутость на собственном материале.

«Выработка специального языка не только закрепляла расхождение методов разных отраслей, но и создавала видимость расхождения там, где его на самом деле не было. Даже поскольку общие методы сохранились или независимо возникали в них, специальный язык скрывал это от сознания людей, заставляя усваивать одно и то же под разными именами. Этим исключались общение и сотрудничество отраслей в развитии их методов: каждая была предоставлена себе самой, своим ограниченным ресурсам. Отсюда вытекала *бедность комбинаций*, замедлявшая и затруднявшая развитие» - это писал еще А.А. Богданов в начале прошлого века [2]. Решение задачи переноса знаний из одной области в другую было одним из ведущих мотивов проекта «General system theory» Л. фон Берталанффи [1]. Однако «воз и ныне там». Можно отметить только теорию ограничений Голдратта, в основе которой - перенос и использование в менеджменте некоторых модельных схем гидродинамики [5]. Опыт этой интерпретации показывает не только возможность, но и продуктивность подхода, связанного с переносом модельных схем, хотя в своих работах Голдратт не раскрыл этот аспект.

Здесь, в виде отступления, можно отметить, что приемом редукции мы пользуемся

очень часто, причем не замечая этого. Мы не замечаем «подсказок» уже известных нам модельных схем при формировании описаний в новых областях знания. Так сложились модельные аналогии в гидродинамике и электродинамике, таким образом возникли представления о флогистоне и т.п. Все это говорит о том, что редукция должна стать осознанным методическим приемом при разработке новых моделей.

Возвращаясь к проблематике настоящей работы, следует отметить то, что естественным образом возникает вопрос о переносе модельных схем, разработанных для решения задач динамики управляемого движения механических объектов. Это область знания, для которой разработаны и постановки различных типов задач, и методы их решения, проверенные многолетней инженерной практикой.

1. Предпосылки для переноса модельных построений динамики управляемого движения

О существовании таких предпосылок говорит тот факт, что в настоящее время понятие механизм распространилось достаточно широко за рамками своего изначального значения. Мы говорим о логических механизмах, оно применяется и в биологии, и в социальных науках и т.д. Однако эти рассужде-

ния о механизмах могут рассматриваться только как метафора, требующая рационалистической разработки.

Если перейти к вопросам, касающимся проблематики настоящей статьи, то, несмотря на непосредственно наблюдаемые различия между движением механического объекта и деятельностью предприятия, при внимательном рассмотрении обнаружим немало аналогий.

Первая и наиболее заметная аналогия состоит в том, что мы часто говорим о движении предприятия к цели. Вторая аналогия состоит в достаточно частом употреблении в работах по менеджменту слова «устойчивость». В механике за этим понятием стоит целый класс задач, без решения которых зачастую невозможно обеспечить управляемое движение к цели. И, безусловно, нельзя обойти понятие «управляемость», интегрально характеризующее описываемый объект. Уже этих аналогий, касающихся весьма существенных аспектов в рассматриваемых предметных областях, достаточно для того, чтобы увидеть факт неосознанной, неразработанной редукции представлений, используемых в механике управляемого движения на проблематику управления предприятиями.

Обратим внимание на следующее. Если речь идет о динамике управляемого движе-

ния механического объекта, то «движение к цели», «устойчивость», «управляемость» являются понятиями, инструментами формирования модельных построений при решении конкретных задач. Если же речь идет о предприятии, то «движение к цели», «устойчивость», «управляемость» - это всего лишь образные выражения, на которые нельзя опереться ни при получении выводов, ни при формировании моделей. Так, в реальности предприятие (если это не поход за некоторым сокровищем) стоит на месте. Если же речь идет об «устойчивости», «управляемости», то в менеджменте это весьма вольно употребляемые слова.

Таким образом, указанные аналогии можно рассматривать как необходимые предпосылки для намеченной редукции. Но при этом очевидна и их недостаточность. Достаточной предпосылкой будет методическая схема переноса и проблемно-ориентированной интерпретации понятий в новой предметной отрасли. Это обусловлено тем, что, с одной стороны, комплекс понятий, полученных на основе аналогий в новой предметной области, должен соответствовать ее сущности и особенностям. А с другой стороны, отношения этих понятий между собой, и их отношения с исходным комплексом понятий должны обеспечивать корректный перенос

модельных построений в новую предметную область. В основе такой методической схемы – обобщающее положение, через которое понятийный аппарат и модельные построения одной предметной области могут быть абстрагированы от особенностей исходной предметной области и конкретизированы в новой.

Базовым положением для переноса и интерпретации понятий из динамики управляемого движения в область задач управления предприятиями является обобщающий тезис «механизм – это понятая нами организация» [2]. Именно он и его обоснование показывают, что между механикой и организационными проблемами построения предприятий мы имеем не «непроходимые» различия принципиально разных

предметных областей, а отношения, устанавливаемые через понятие «организация» в его фундаментальном значении, разработанном А.А. Богдановым.

2. Постановка задачи переноса модельных построений динамики управляемого движения в область проблем управления предприятиями

Динамические модели, разработанные в механике, отображают объект в виде материальной точки m , целенаправленно изменяющей свое положение x, y, z в пространстве координат XYZ под действием внешних F_R и управляющих F_U сил (рис. 1.). $(\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z})$ - положение целевой области в пространстве координат XYZ .

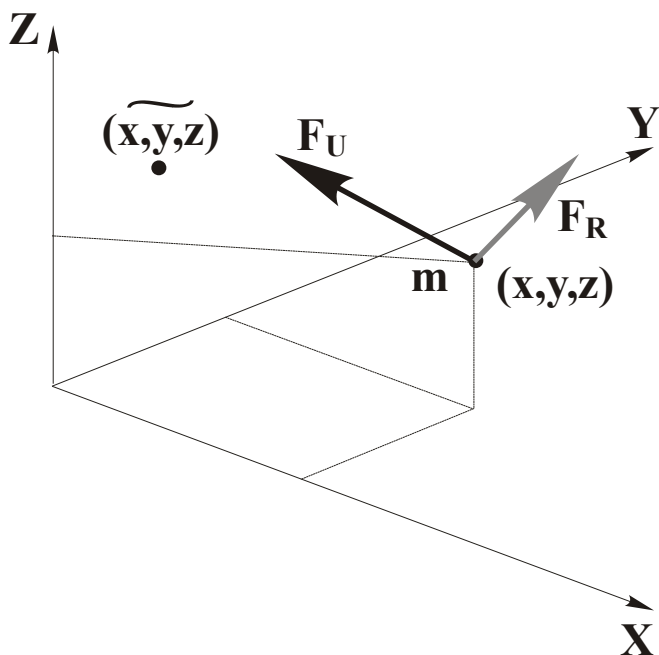


Рис. 1. Модель, отображающая материальной точкой m динамику целенаправленного движения объекта под действием внешних F_R и управляющих F_U сил в пространстве координат XYZ

Эта модель математически описывается следующими выражениями

$$(x, y, z) - (\widetilde{x}, \widetilde{y}, \widetilde{z}) = 0 \quad (1)$$

$$\begin{cases} \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{1}{m}(F_R^X + F_U^X) \\ \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{1}{m}(F_R^Y + F_U^Y) \\ \frac{d^2z}{dt^2} = \frac{1}{m}(F_R^Z + F_U^Z) \end{cases} \quad (2)$$

Запись (1) характеризует целевое условие. Запись (2) – система дифференциальных уравнений, описывающих движение объекта, отображаемого материальной точкой.

Из характеристики данного модельного построения очевидно, что при его переносе в новую предметную область, связанную с решением задач по управлению предприятиями, встанет вопрос о выборе состава осей координат, о внесении в модель моментов, связанных с природой описываемого объекта, о том, что считать воздействиями и т.п. Т.е. в первую очередь встанет вопрос об интерпретации идеи отображения положения объекта точкой в пространстве координат и идеи отображения воздействия на объект силой.

3. Интерпретация идеи отображения объекта точкой в пространстве координат

Из рис. 1. видно, что отображение управляемого движения объекта материальной точкой в пространстве координат является основой для построения моделей при решении задач динамики управляемого механического движения. Будучи перенесенным и интерпретированным, этот момент должен стать основой и для построения моделей при решении задач управления предприятиями. При этом необходимо рассмотреть следующие вопросы:

Что значит отобразить «положение предприятия» точкой в пространстве координат?

Каковы основания для выбора состава координат?

Вопрос о «материальности» как характеристике точки мы рассмотрим в следующем разделе.

Ответ на первый вопрос начнем с исследования идеи отображения объекта точкой в пространстве координат, с того, в чем методический смысл отображения положения объекта точкой.

Точкой в таких геометрических построениях отображаются объекты, которые при этом рассматриваются как не имеющие ни формы, ни размеров, ни природы. Т.е. в тех задачах, которые решаются с помощью таких средств отобра-

жения, эти характеристики моделируемого объекта не имеют значения.

Координаты – числа, величины, по которым определяется положение точки в некоторой совокупности, например на плоскости поверхности, в пространстве, на многообразии [8]. В пространстве координаты представляют собой величины, характеризующие независимые геометрические измерения положения точки относительно положения, принятого за исходное.

Чтобы понять смысл метода координат можно вспомнить, что уже в «Географии» Птолемея (2 век нашей эры) использовались и широта, и долгота. Однако там они носили смысл числовых характеристик [8]. Характер методического средства они обрели после работ Пьера Ферма и Рене Декарта, заложивших основы аналитической геометрии.

Методический смысл состоит в том, что введение координат в механике не просто «оторвало» нас от измерений положения объекта в конкретных местных условиях непосредственно наблюдаемого физиологического пространства. Оно, образно говоря, перенесло всю измерительную схему в абстрактное пространство, формирующееся в голове человека. Это соотношение физиологического и абстрактного пространства также раскрыто А.А. Бо-

гдановым в работе «Эмпириомонизм» [3]. Система координат «оформила» абстрактное пространство у нас в голове. И в нем стало возможным соотношение измерений, выполненных без возможности прямого визуального согласования. Теперь отражением положения объекта стала не привязка измерения к некоторому непосредственно наблюдаемому ориентиру, а координата относительно абстрактной нулевой точки, существующей только у нас в голове. И положение отображающей точки в абстрактном пространстве координат, в отличие от положения реального объекта на местности в физиологическом пространстве, стало характеризовать состояние объекта. **Точка в пространстве координат приобрела смысл отображения состояния объекта, определяемого по отношению к достигаемой цели.**

Система координат, в которой точкой отображается положение объекта, – это геометрическая модель, характеризующая его состояние, и, одновременно, это модель, описывающая то однозначное ощущение, на основе которого мы принимаем решение. Однозначность и конкретность, которая достигается при этом, является необходимым основанием для того, чтобы принимать однозначные и конкретные решения по управлению им. Ведь когда мы принимаем некоторое

решение, то руководствуемся некоторым единым внутренним ощущением о состоянии управляемого объекта. И точка в пространстве координат – это способ модельного отображения, воспроизводящий это ощущение. Вместе с тем, точка в системе координат – это модель, которая поддержит нас при управлении сложным объектом, когда необходимо одновременно контролировать много координат, когда без такой поддержки мы можем неверно их соотносить и принять ошибочное решение.

Таким образом, положение объекта в системе координат – это геометрическое отображение сочетания тех его характеристик, которые важны для принятия решения по целенаправленному изменению его состояния. И изменение этих характеристик представляется как изменение соответствующих координат, что геометрически выглядит как движение отображающей точки в пространстве этих координат. Т.е. движение к цели в пространстве координат – это уже не перемещение объекта в реально наблюдаемом физиологическом пространстве, а именно изменение координат. Это и будет обобщенной трактовкой движения к цели. С ее учетом фраза «предприятие движется к цели» становится понятийно определенной.

Очевидно, что предложенная трактовка смысла точечной модели является общей как для управления в механике, так и для управления предприятием. Поэтому ее мы будем рассматривать как основание для переноса и интерпретации способа описания состояния объекта точкой в пространстве координат на проблематику управления предприятием.

Переходя ко второму вопросу, возьмем за основу то, что состав измерений нам должен быть необходим и достаточен для фиксации факта достижения цели, т.е. некоторого определенного конечного состояния. Тогда, формулируя цели предприятия, мы одновременно определяем состав показателей, по которым фиксируем ее достижение. Это становится основанием для определения размерности соответствующего пространства координат.

4. Интерпретация идеи отображения воздействия на объект силой

Здесь перед нами возникают вопросы:

- Как отобразить «природу» предприятия?

- Как отобразить воздействия, которые оказывают влияние на предприятие и приводят к изменению его положения в пространстве координат?

В динамической модели для описания способности воспринимать механическое воз-

действие, мы, кроме измерений положения, придаем отображающей точке еще и характеристику механической природы объекта – массу. И тогда она приобретает статус материальной точки – точки, в составе характеристик которой отображение природы моделируемого объекта.

Однако в случае с предприятием мы имеем дело не с механическим воздействием. И можем говорить об «экономической» точке. Но для этого необходимо выяснить то, чем она будет характеризоваться. Что в данном случае сыграет роль аналогичную массе у материальной точки.

И в данном случае обобщение для переноса и интерпретации этой идеи разработано А.А. Богдановым [2]. Им предложены понятия активность и сопротивление. Под активностью он предложил рассматривать способность всего существующего оказывать воздействие. Противоположность сопротивления активности относительна: «... понятие «сопротивления», не является чем-либо особым и самостоятельным. Это та же *активность*, но взятая с иной точки зрения — как противопоставленная, другой активности. ... категории «активность» — «сопротивление» не только вполне соотносительны, но и обратимы: всякая активность есть сопротивление для других активностей,

которым она противостоит, а также и наоборот.

... элементы всякой организации, всякого комплекса, изучаемого с организационной точки зрения, сводятся к: *активностям-сопротивлениям*.

К этому определению добавим, что активность может проявиться только на сопротивлении. Т.е. если рассматриваемый комплекс не обладает сопротивлением какой-то природы, то и оказание на него воздействия этой природы бесполезно. Так материальная точка «нечувствительна» к воздействиям электрического характера.

В динамике масса играет роль сопротивления механической природы. И второй закон Ньютона $F = m \cdot a$, является описанием того, как воздействие F , представляющее собой активность, приводит к тому, что материальная точка, обладающая массой m , характеризующей ее способность к сопротивлению механическому воздействию (инертность), изменяет свою траекторию. И именно способность к сопротивлению (количественное значение m), сказывается на том, насколько воздействующая на материальную точку активность изменяет траекторию.

И вот теперь мы можем нарисовать аналогичную картину. Предприятие, которое мы в пространстве координат обозначаем «экономической» точ-

кой e , характеризующей его инертность (сопротивление), изменяет свою траекторию под воздействием «экономических сил» (активностей), как внешних E_R , так и порождаемых его функционированием E_U . Эту картину можно отобразить следующими математическими записями

$$(r) - (\tilde{r}) = 0 \quad (3)$$

$$\begin{cases} \frac{d^2 r_1}{dt} = \frac{1}{e_1} (E_R^1 + E_U^1) \\ \frac{d^2 r_2}{dt} = \frac{1}{e_2} (E_R^2 + E_U^2) \\ \dots \\ \frac{d^2 r_n}{dt} = \frac{1}{e_n} (E_R^n + E_U^n) \end{cases} \quad (4)$$

Здесь r – вектор, характеризующий положение «экономической» точки в пространстве координат размерности n , в котором мы описываем состояние предприятия. Соответственно \tilde{r} – вектор, характеризующий целевую точку в этом пространстве координат. Следует отметить, что «экономическую» точку мы также должны рассматривать как векторную величину, также имеющую размерность n .

Записи (3) и (4) могут рассматриваться как основа для формирования конкретных моделей предприятий. Однако, в отличие от исходных динамических моделей, характеризующих записями (1), (2), методическая схема их формирования

будет значительно сложнее. В первую очередь это будет связано с концептуальной проработкой модели. Именно в ходе этого процесса проясняются основания для определения размерности n пространства координат, о природе векторов сопротивлений e и активностей E и остальные содержательные моменты, необходимые для формирования математической модели и получения количественных результатов. Т.е. речь идет об исследовании с определенными методическими особенностями, сущность которых изложена в [9].

В качестве примера рассмотрим ситуацию, когда целью выбрано достижение некоторого уровня капитализации предприятия. В этом случае достаточно двумерной системы координат, по одной оси которой откладывается значение этой величины, а по другой – время. При этом мы устанавливаем тот факт, что уровень капитализации – величина «кинематическая». Из ее природы мы не выясним того, что влияет на динамику выбранного нами показателя. Мы можем только зафиксировать ее изменение во времени. Для динамического описания необходимо введение характеристики инертности – сопротивления изменению уровня капитализации. И тут обнаруживается, что такая величина не используется в экономических описаниях. И ее

прояснение должно стать предметом исследования, результаты которого будут обладать значительной новизной.

Заключение

Из представленных выше результатов видно, что осознанное применение редукции является продуктивным исследовательским приемом. Осознанное использование подразумевает строгую интерпретацию понятий и модельных конструкций. В частности, корректная интерпретация модельной конструкции, отображающей точкой управляемое движение объекта, может быть весьма продуктивной при применении для формирования модельных описаний предприятий.

Кроме получения корректных модельных построений в слабоформализованных областях знания, редукция позволяет переносить постановки задач исследований. Даже из небольшого примера, приведенного в конце, очевидно, что в микроэкономике совершенно не исследованы вопросы, объясняющие динамику поведения предприятий. Поэтому в предложенном модельном построении (3)-(4) пока не определено именование отображающей точки, а используется условное, взятое в кавычки.

Таким образом, полученные результаты показывают необходимость дальнейшего

развития предложенной редукции знаний из динамики управляемого движения объектов в

область управления предприятиями.

Литература

1. Берталанффи Л. фон Общая теория систем – критический обзор / Системные исследования (ежегодник) – М.: 1972
2. Богданов А.А. Тектология (Всеобщая организационная наука). - М.: Финансы, 2003. – 496 с.
3. Богданов А.А. Эмпириомонизм – М.: Республика, 2003
4. Гурков И.Б. Стратегия и структура корпораций – М.: «Дело», 2006
5. Голдрат Э. М., Кокс Д. Цель (Процесс непрерывного совершенствования) - Минск: Попурри, 2009.
6. Каплан Р., Нортон Д. Сбалансированная система показателей – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2004
7. Кашкин В., Петрова Ю. В группе риска / «Эксперт», 2003 г. № 37
8. Математическая энциклопедия, т.3 – М.: «Советская энциклопедия», 1982 г., с. 10
9. Никаноров С.П. Концептуализация предметных областей – М.: Концепт, 2009

Исследование параметров модели потока ошибок в дискретных каналах связи

В. М. Артюшенко, д.т.н., профессор, зав. кафедрой ИТУС,
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Московской области
«Королевский институт управления, экономики и социологии»,
г. Королев, Московская область

В статье рассмотрены вопросы, связанные с исследованием параметров модели потока ошибок в дискретных каналах связи. Показано, что используя представленную методику, можно определить закон распределения параметра импульсных помех на входе демодулятора, принимая во внимание эмпирические характеристики помех выделенных каналов связи.

Поток ошибок, каналы связи, система передача данных.

Большое количество как отечественных, так и зарубежных работ посвящено исследованию потоков ошибок в реальных дискретных каналах, а также изучению процесса возникновения помех в каналах связи. Следует отметить, что до сих пор не установлена взаимосвязь между характеристиками совокупности мешающих факторов и вызываемыми ими потоками ошибок, которые в реальных каналах имеют довольно сложную структуру.

При построении моделей потока ошибок в дискретных каналах наряду с синтезом возможен и другой подход, основанный на методах идентификации. По сравнению с синте-

зом идентификация в меньшей степени связана с каким-либо априорными допущениями о характеристиках модулируемого процесса, позволяет более гибко приспособлять модель к их изменениям и вести на её основе оценку характеристик потоков ошибок в реальном масштабе времени, что очень важно, когда речь идёт о функционировании систем передачи данных (СПД).

Разумеется, грань между двумя указанными подходами к разработке модели потока ошибок в какой-то мере условна: идентификацию можно рассматривать как особый вид синтеза, и, наоборот, при синтезе информация о характеристиках

случайного процесса может быть получена на основе их измерения (оценки) по реализациям. Следовательно, задача синтеза нередко оказывается частью задачи идентификации, понимаемой в широком смысле.

В свою очередь, синтез и идентификация также могут сочетаться и во многом дополнять друг друга: синтез позволяет теоретически определить модель по исходной информации в общих чертах, но не учитывает возможных текущих изменений вероятностных характеристик канала, идентификация даёт возможность более оперативно реагировать на такие изменения и, соответственно, корректировать модель. Однако без предварительного знания результатов синтеза, в особенности структуры и размерности модели, процедура идентификации может оказаться громоздкой, длительной и труднореализуемой.

Рассмотрим и проанализируем результаты экспериментальных исследований параметров модели потока ошибок в каналах связи.

Часто математическая модель источника ошибок строится на основании экспериментальных характеристик самого потока ошибок, например, функции распределения интервалов между ошибками. Недостатком такого построения является тот факт, что не установлена связь с факторами,

приводящими к появлению ошибок, модель получается не гибкая по отношению к динамике воздействия помех и искажений на передаваемое сообщение.

Для определения качества канала передачи данных при воздействии импульсных помех на приемное устройство необходимо знать функции распределений появления импульсных помех с различной энергией $P(\geq E_n)$ и интервалом следования $P(\geq t)$ [1, 2].

Поскольку основные источники импульсных помех сосредоточены в линейном тракте систем передачи данных, и спектр этих помех значительно шире полосы пропускания каналов тональной частоты, можно полагать, что спектральная плотность импульсивного воздействия в полосе пропускания канала равномерна.

То есть реакция канала аналогична отклику приемного тракта на поток импульсов случайной площади, равной пиковой спектральной плотности импульсной помехи, поэтому нет необходимости производить анализ функции распределения $P(\geq E_n)$, а достаточно экспериментально определить функцию распределения амплитуд импульсных помех $P(\geq V_n)$, так как энергия импульсной помехи будет пропорциональна квадрату ее максимального напряже-

ния.

Статистические характеристики процесса появления импульсных помех в производных каналах связи, получаемые усреднением по одной или некоторой совокупности реализации, изменяются во времени. Исследуемые характеристики потока импульсных помех $P(\geq V_n)$, $P(\geq t)$ существенно зависят от момента времени анализа. Действительно, ночью и в выходные дни, когда уменьшается число занятых каналов и работающих энергомеханических устройств, импульсные помехи появляются значительно реже; в часы наибольшей нагрузки каналов связи вероятность появления импульсных помех значительно возрастает.

Приведенный случайный процесс, параметры которого изменяются во времени, носит нестационарный характер, однако нестационарность потока импульсных помех имеет специфическую особенность: в процессе их появления явно проступает суточная и недельная периодичность. Процесс $\xi(t)$ является периодически стационарным в широком смысле, с периодом T .

Сведения о случайном процессе могут быть получены по ограниченной группе его реализаций в том случае, когда каждая из них имеет одни и те же статистические свойства; т.е.

рассматриваемый процесс $\xi(t)$ должен быть эргодическим. Характеристики периодически стационарного эргодического случайного процесса, получаемые по ансамблю реализаций, с вероятностью, равной единице, совпадают с характеристиками, полученными усреднением по времени одной произвольной реализации достаточно большой длительности.

На практике временной интервал осреднения T_0 берут конечным, но по возможности большим, с целью получения эффективных оценок параметров распределения импульсных помех:

$$T_0 = \Delta T \cdot c,$$

где ΔT – длительность одного сеанса измерения; c – количество сеансов измерения.

Такая возможность физически может быть оправдана тем, что периодически стационарный процесс протекает однородно во времени ΔT с периодом T . Поэтому одна непрерывно-дискретная реализация достаточно большой продолжительности может содержать все сведения о свойствах случайного процесса $\xi(t)$.

Анализ характеристик импульсных помех осуществлялся с помощью разработанного «устройства оценки качества дискретного канала» в часы интенсивного появления аддитивных помех различных дней не-

дели. Проводились измерения характеристик импульсных помех: $P(\geq t), P(\geq V_n)$ и $P_\Sigma(\geq U_n)$ - функция распределения суммарного относительного времени превышения импульсными помехами заданных уровней анализа e_q ; среднего уровня флуктуационного шума; амплитудно-частотных характеристик.

Интервалы между импульсными помехами в реальных каналах измеряются в широких пределах, поэтому измерения длин интервалов проводилось в логарифмическом масштабе отрезками времени

$$\Delta t_q = (2^{q-1} - 1) \cdot t_0 \div (2^q - 1) \cdot t_0,$$

где q - номер интервала анализа, равный $q = 1.19$; t_0 - период следования тактовых импульсов, равный $t_0 = 1/B$.

Для определения функции $P_\Sigma(\geq U_n)$ фиксировалось количество импульсов с частотой f кГц в интервале времени, когда напряжение импульсных помех $U_n(t)$ превышало указанные уровни анализа e_q .

В том случае, когда в моменты приема импульсов помехи образуют простейший поток с интенсивностью α' и выполняется условие $\alpha' \cdot t_0 \leq 1$ (здесь t_0 - длительность эле-

ментарного кодового символа), адекватное описание потока импульсных помех дает Пуассоновская модель. Такая модель достаточно широко известна, и для нее получены основные конечномерные функции распределения вероятностей импульсных помех.

При $\alpha' \cdot t_0 \gg 1$ для описания потока импульсных помех вполне пригодна Гауссова модель в виде узкополосного нормального процесса с корреляционной функцией, определяемой импульсной характеристикой приемника.

Функция $P(\geq t)$ может быть представлена суммой независимых экспоненциальных распределений и достаточно точно описывает сложный механизм возникновения импульсных помех, группирующихся во времени.

По результатам проведенных измерений в каналах тональной частоты (ТЧ), используя статистическую обработку эмпирических данных, определен дискретный ряд значений характеристик и импульсных помех, указанных на рисунке: $P(\geq t)$ на рис. 1; $P(\geq V_n)$ на рис. 2; $P_\Sigma(\geq U_n)$ на рис. 3 для соответствующих каналов.

Вид распределения экспериментальных значений функций $P(\geq t)$ и $P(\geq V_n)$ подтверждает справедливость их аппрок-

симиции гиперэкспоненциальными законами:

$$P(\geq t) = \sum_{s=1}^{S-1} A_s \cdot e^{-\alpha^s t}$$

$$P(\geq V_n) = \sum_{g=1}^G B_g e^{-\lambda^g (V_n - V_0)}, \quad (1)$$

$$V_{n \max} \geq V_n \geq V_0,$$

где V_0 – минимальный порог анализа амплитуд импульсных помех; $V_{n \max}$ – верхняя граница динамического диапазона передаваемых сигналов.

Используя метод определения параметров гиперэкспоненциального распределения, описанный в работе, были получены аппроксимирующие выражения характеристик $P(\geq t)$ и $P(\geq V_n)$ для исследуемых каналов связи, которые позволяют перейти к построению модели потоков ошибок. Параметры выравнивания экспериментальных данных сведены в табл. 1.

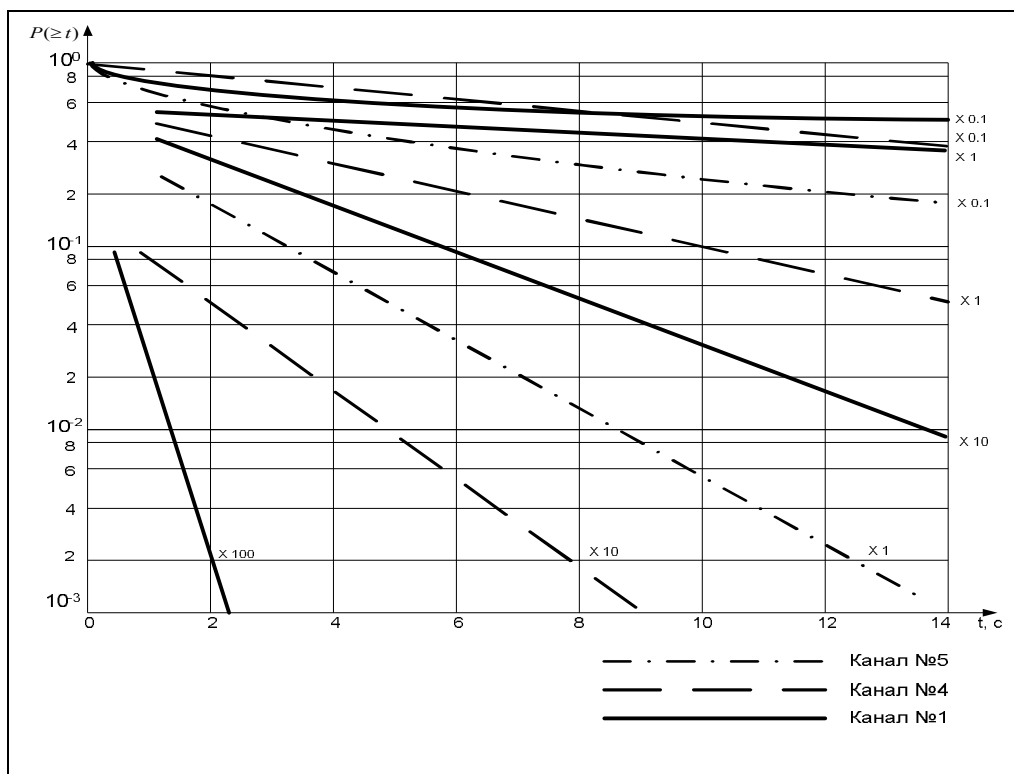


Рис. 1. Распределение интервалов между импульсными помехами

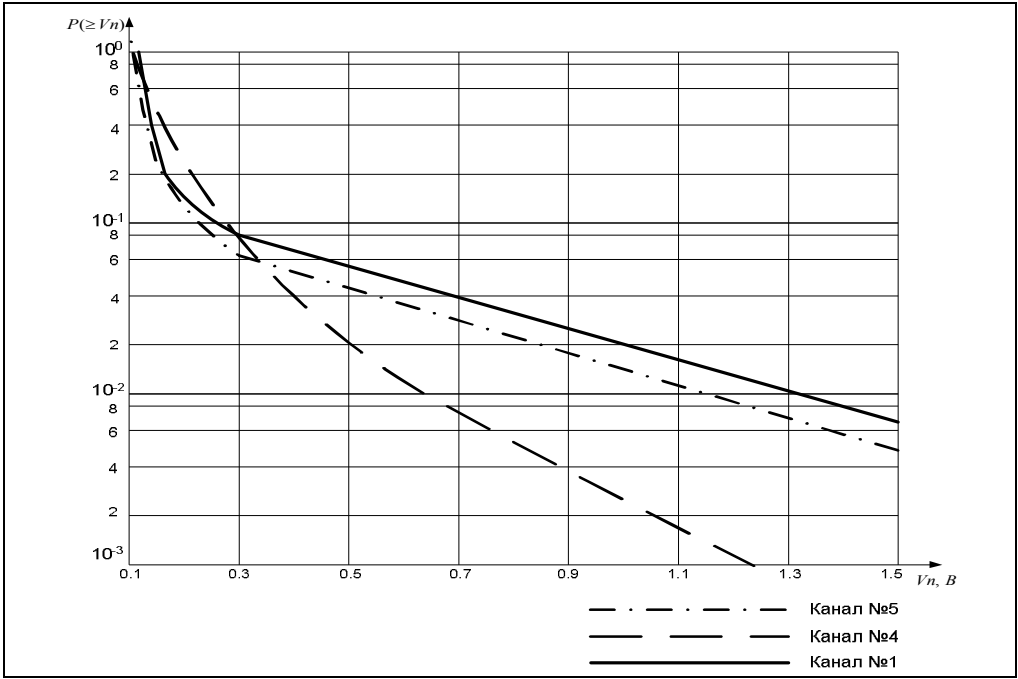


Рис. 2. Распределение амплитуд импульсных помех

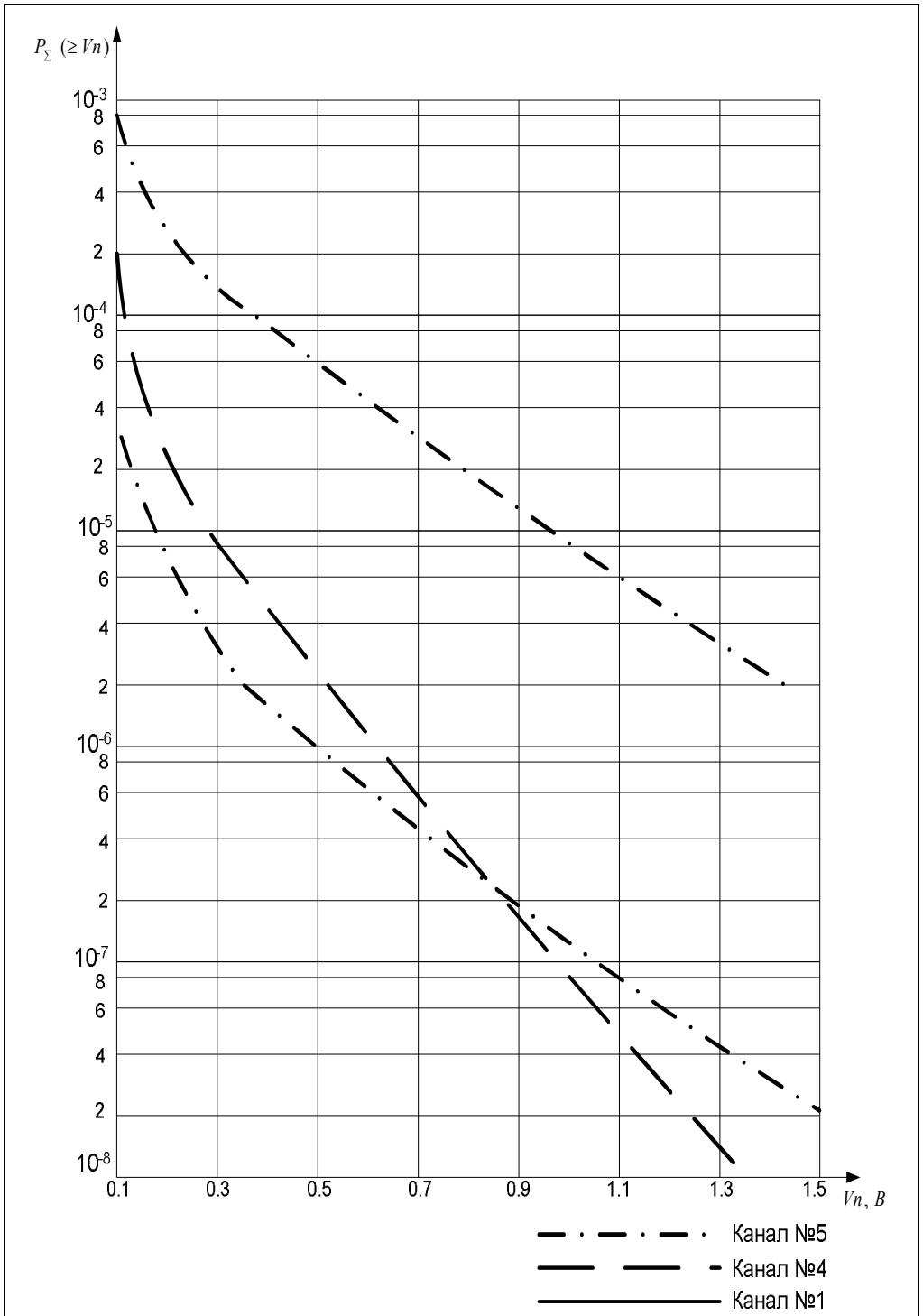


Рис. 3. Распределение относительного времени действия импульсных помех

Табл. 1. Параметры аппроксимации

Канал	A_1	A_2	α'_1	α'_2	B_1	B_2	λ'_1	λ'_2
1	0,45	0,55	6,201	0,029	0,88	0,12	24,08	2,01
2	0,38	0,62	1,283	0,027	0,62	0,38	11,64	4,72
3	0,58	0,42	6,402	0,026	0,81	0,19	13,8	2,62
4	0,82	0,18	0,962	0,064	0,79	0,21	14,12	4,45
5	0,62	0,38	4,882	0,428	0,909	0,091	21,22	2,03

На рис. 1, 2 для рассматриваемых каналов построены аппроксимирующие зависимости. Как видно, расхождение экспериментальных и теоретических значений мало. Статистическая проверка принятой гипотезы по критерию χ^2 Пирсона также допускает проведенную аппроксимацию, что не противоречит представлению потока импульсных помех предложенной математической моделью, описываемой эргодической цепью Маркова.

Величина χ^2 для потоковой характеристики импульсных помех определялась по формуле

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^C \sum_{q=1}^{19} N_i(\Delta t_q) \times \sum_{q=1}^{19} \frac{[P(\Delta t_q) - \hat{P}(\Delta t_q)]^2}{P(\Delta t_q)}, \quad (2)$$

где $N_i(\Delta t_q)$ – общее количество интервалов длительностью $t_{q-1} \leq t \leq t_q$ между импульсными помехами в экспериментальной последовательности за

i -ый сеанс измерения;

$$\hat{P}(\Delta t_q) = \frac{\sum_{i=1}^C N_i(\Delta t_q)}{\sum_{i=1}^C \sum_{q=1}^{19} N_i(\Delta t_q)} -$$

частота попадания интервалов между импульсными помехами в диапазон $t_{q-1} \leq t \leq t_q$;

$P(\Delta t_q)$ – теоретическая вероятность попадания в тот же диапазон.

Соответственно, для энергетической характеристики импульсных помех величина χ^2 примет вид

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^C \sum_{q=1}^9 N_i(\Delta e_q) \times \sum_{q=1}^9 \frac{[P(\Delta e_q) - \hat{P}(\Delta e_q)]^2}{P(\Delta e_q)}, \quad (3)$$

где $N_i(\Delta e_q)$ – общее количество импульсных помех с амплитудами $e_q \leq V_n < e_{q+1}$ в экспериментальной последовательности за i -ый сеанс измерения;

$$\hat{P}(\Delta e_q) = \frac{\sum_{i=1}^C N_i(\Delta e_q)}{\sum_{i=1}^C \sum_{q=1}^9 N_i(\Delta e_q)} -$$

частота попадания амплитуд импульсных помех в диапазон $e_q \leq V_n < e_{q+1}$; $P(\Delta e_q)$ – теоретическая вероятность попадания амплитуд в тот же диапазон.

Так как интервалы меж-

ду импульсными помехами целесообразно измерять количеством элементарных кодовых импульсов τ , то в табл.2 приведены рассчитанные значения параметров аппроксимации функции $P(\geq \tau)$ для каждого из 5-ти каналов и соответствующей скорости передачи дискретных сообщений – B .

Табл. 2. Поточковые распределения импульсных помех

Номер канала	$B, \text{Бод}$	α_1	α_2	A_1	A_2	γ	$\hat{\gamma}$
1	200	$3,1 \cdot 10^{-2}$	$1,45 \cdot 10^{-4}$	0,45	0,55	$2,626 \cdot 10^{-4}$	$2,464 \cdot 10^{-4}$
	600	$1,034 \cdot 10^{-2}$	$4,833 \cdot 10^{-5}$			$8,754 \cdot 10^{-5}$	$8,212 \cdot 10^{-5}$
	1200	$5,168 \cdot 10^{-3}$	$2,317 \cdot 10^{-5}$			$4,377 \cdot 10^{-5}$	$4,106 \cdot 10^{-5}$
2	200	$6,145 \cdot 10^{-3}$	$1,35 \cdot 10^{-4}$	0,38	0,62	$2,528 \cdot 10^{-4}$	$2,15 \cdot 10^{-4}$
	600	$2,138 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$			$8,427 \cdot 10^{-5}$	$7,166 \cdot 10^{-5}$
	1200	$1,069 \cdot 10^{-3}$	$2,25 \cdot 10^{-5}$			$4,214 \cdot 10^{-5}$	$3,583 \cdot 10^{-5}$
3	200	$3,201 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	0,58	0,42	$3,078 \cdot 10^{-4}$	$3,26 \cdot 10^{-4}$
	600	$1,067 \cdot 10^{-2}$	$4,333 \cdot 10^{-5}$			$1,026 \cdot 10^{-4}$	$1,087 \cdot 10^{-4}$
	1200	$5,335 \cdot 10^{-3}$	$2,167 \cdot 10^{-5}$			$5,13 \cdot 10^{-5}$	$5,433 \cdot 10^{-5}$
4	200	$4,81 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	0,82	0,18	$1,365 \cdot 10^{-3}$	$1,298 \cdot 10^{-3}$
	600	$1,603 \cdot 10^{-3}$	$1,067 \cdot 10^{-4}$			$4,548 \cdot 10^{-4}$	$4,328 \cdot 10^{-4}$
	1200	$8,017 \cdot 10^{-4}$	$5,333 \cdot 10^{-5}$			$2,274 \cdot 10^{-4}$	$2,164 \cdot 10^{-4}$
5	200	$2,441 \cdot 10^{-2}$	$2,14 \cdot 10^{-3}$	0,62	0,38	$4,927 \cdot 10^{-3}$	$4,994 \cdot 10^{-3}$
	600	$8,137 \cdot 10^{-3}$	$7,133 \cdot 10^{-4}$			$1,642 \cdot 10^{-3}$	$1,665 \cdot 10^{-3}$
	1200	$4,068 \cdot 10^{-3}$	$3,567 \cdot 10^{-4}$			$8,211 \cdot 10^{-4}$	$8,324 \cdot 10^{-4}$

Если функция $P(\geq \tau)$ имеет вид

$$P(\geq \zeta) = \sum_{\zeta=1}^{S-1} A_{\zeta} e^{-\alpha_{\zeta} \tau},$$

где $\alpha_{\zeta} = \alpha'_{\zeta} / B$, $\tau = 0, 1, 2, \dots$, то,

зная средний интервал между импульсными помехами m_{τ} , определяемый выражением

$$\begin{aligned}
 m_\tau &= \int_0^{\tau_{\max}} \tau P(\tau) d\tau = \\
 &= A_1 / \alpha_1 + A_2 / \alpha_2 - \\
 &- A_1 e^{-\alpha_1 \tau_{\max}} (\tau_{\max} + 1 / \alpha_1) - \\
 &- A_2 e^{-\alpha_2 \tau_{\max}} (\tau_{\max} + 1 / \alpha_2),
 \end{aligned} \tag{4}$$

где τ_{\max} – максимальное значение длительности интервала между импульсными помехами в конкретном канале связи, определенное эмпирическим путем, легко найти вероятность появления импульсной помехи при передаче элементарного символа, определяемой обратной величине параметра m_τ , т.е.

$$\gamma = \frac{1}{m_\tau} \tag{5}$$

Результаты расчета вероятности для экспериментальных и теоретических распределений потока импульсных помех дают удовлетворительные оценки в интересующих каналах связи.

Таким образом, определены характеристики импульсных помех (ИП) $P(\geq t)$ и $P(\geq V_n)$, теоретические законы изменения временных и энергетических параметров импульсных помех в выделенных телефонных каналах связи, т.е. описана помеховая обстановка на входе приемника. Однако степень воздействия флуктуационных и импульсных помех на сигнал при его поэлементной

обработке на протяжении одного тактового интервала зависит от соотношения уровней помех и сигнала на входе решающей схемы, поэтому важно уметь определять закон распределения помех импульсного типа на входе демодулятора.

Если представить коэффициент передачи приемного тракта от места возникновения импульсной помехи до входа демодулятора следующим выражением:

$$\dot{K}(f) = \dot{K}_{KC}(f) \cdot K_\phi(f),$$

где $\dot{K}_{KC}(f)$ – коэффициент передачи канала связи от места возникновения помехи до входа УПС; $\dot{K}_\phi(f)$ – коэффициент передачи приемного фильтра УПС, то можно утверждать, что полученные экспериментальные характеристики импульсных помех позволяют учитывать коэффициент передачи $\dot{K}_{KC}(f)$ при определении параметров математической модели потока ошибок, поэтому для моделируемого процесса появления ошибок остается учесть коэффициент передачи $\dot{K}_\phi(f)$.

Помеху, воздействующую на систему связи, следует рассматривать в определенной полосе частот, а точнее на выходе полосового фильтра приемного устройства преобразования сигналов; действующее же значение напряжения помех

на выходе фильтра зависит, с одной стороны, от величины напряжения помех в канале связи, а с другой – от коэффициента передачи (передающая функция приемника) и его эффективной полосы пропускания ΔF_ϕ .

На выходе фильтра приемника со средней частотой f_0 флуктуационный шум представляет собой колебание $u_{ш} = E_{ш}(t) \sin[\omega_0 t + \theta(t)]$, где $E_{ш}(t)$ и $\theta(t)$ – случайные амплитуды (огibaющая) и фаза флуктуационного колебания.

Флуктуационную помеху следует представить в виде стационарного случайного процесса со средними параметрами, постоянными во времени. При допущении того, что флуктуационный шум возбуждается «белым шумом» с равномерным спектром в достаточно широкой полосе частот (относительно ΔF_ϕ), средняя мощность флуктуационной помехи на выходе фильтра с коэффициентом передачи на средней частоте K_0 и коэффициентом передачи $K_\phi(f)$ может быть выражена как:

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= G^2 \int_0^\infty K_\phi^2(f) df = \\ &= G_0 K_0^2 \Delta F_\phi \end{aligned} \quad (6)$$

где G_0 – значение спектральной плотности средней мощно-

сти, постоянной в пределах полосы частот фильтра.

Из (6) видно, что на входе фильтра приемника УПС средняя мощность флуктуационного шума пропорциональна эффективной полосе пропускания канала связи ΔF_{KC} , на выходе же фильтра ее мощность уменьшается в $\Delta F_{KC} / \Delta F_\phi$ раз.

В связи с тем, что для измерений величины флуктуационного шума используют его действующее значение, то есть среднеквадратическое отклонение, приняв условно K_0 равным 1, $U_{шд}$ на выходе приемного фильтра УПС уменьшится по сравнению с входным его значением в $\sqrt{\Delta F_{KC} / \Delta F_\phi}$ раз, следовательно,

$$\eta = \frac{U_{шд}}{U_{сд}} \cdot \sqrt{\frac{\Delta F_\phi}{\Delta F_{KC}}} \quad (7)$$

Импульсивная помеха на входе фильтра приемника обладает спектром более широким, чем его полоса пропускаемых частот.

В общем виде, импульсную помеху на выходе фильтра приемника с симметричной частотой характеристикой можно описать уравнением [3, 4]

$$u_n(t) = U_n(t) \sin(\Omega_0 t + \varphi_0),$$

где Ω_0 – средняя угловая частота фильтра приемника; φ_0 – начальная фаза определяется

моментом возникновения помехи; $U_n(t)$ – амплитуда (огibaющая) колебаний, изменение во времени которой определяет форму импульсной помехи на выходе фильтра.

Совершенно очевидно, что ввиду произвольности появления импульсных помех, распределение фазового угла для них является равновероятными.

Поэтому форма импульсной помехи $U_n(t)$ однозначно определяется переходной характеристикой самого фильтра, т.к. спектральная плотность импульсов $\dot{S}(\omega)$, воздействующих на приемник, практически постоянна в пределах его полосы частот, т.е. $\dot{S}(\omega) = S_0 e^{j\varphi_0}$.

Тогда импульсная помеха на выходе фильтра УПС с любой частотной характеристикой имеет максимальное значение амплитуды, равное [3]:

$$V_n(t)_{\max} = V_n(t=0) = 2S_0 K_0 \Delta F_\phi \quad (8)$$

Выражение (8) показывает, что максимальная амплитуда импульсной помехи на входе детектора пропорциональна ΔF_ϕ , а не $\sqrt{\Delta F_\phi}$, как в случае флуктуационного шума. Это объясняется тем, что в пределах полосы пропускания фильтра спектр импульсной помехи практически однороден,

и ее составляющие суммируются синфазно, а при воздействии флуктуационной помехи составляющие суммируются со случайными фазами.

Максимальное значение амплитуды импульсной помехи на выходе фильтра приемника уменьшается по отношению к ее значению на выходе канала связи при условии, что $K_0 = 1$.

На основании известного распределения амплитуд импульсных помех на выходе канала связи

$$P(\geq V_n) = \sum_{g=1}^G B_g e^{-\lambda' g (V_n - V_0)} \quad ,$$

используемого при построении модели потока ошибок, необходимо перейти к распределению

параметра $\eta_n = \frac{V_n}{V_c}$, опреде-

ляющего соотношение амплитуд помех и сигнала на входе демодулятора, импульсной помехи в виде отклика канала на кратковременное возмущение. То есть к функции

$$P(\geq \eta_n) = \sum_{g=1}^G B_g e^{-\lambda g (\eta_n - \eta_{n0})} \quad , \quad (9)$$

где λg – параметр распределения функции $P(\geq \eta_n)$ находится из равенства

$$\lambda_g = \lambda_g' \frac{\Delta F_{kc}}{\Delta F_\phi} \cdot V_c \quad ,$$

а

$$\eta_{n0} = \frac{V_0 \Delta F_{\phi}}{V_c \Delta F_{kc}} \quad (10)$$

Таким образом, используя выражения (7) и (10), реально определить закон распре-

ления параметра импульсных помех на входе демодулятора, принимая во внимание эмпирические характеристики помех выделенных каналов связи.

Литература

1. Блох Э.Л., Попов О.В., Турин В.Я. Модели источника ошибок в каналах передачи цифровой информации, - М.Связь 1971.- 312 с.
2. Бомштейн Б.Д., Бурда Л.Я., Фарбер Ю.Д. Качественные показатели трактов и каналов высокочастотных систем передачи. - М.: Связь, 1982. - 208 с.
3. Бомштейн Б.Д., Киселев Л.К, Моргачев Е.Г. Методы борьбы с помехами в каналов проводной связи. – М.: Связь, 1995 - 248 с.
4. Вольфбейн С.П.. Векслер Н.Г. Помехи при передаче дискретной информации. - Киев, Техника, 1983 - 151 с.

Минимаксный метод оценки главных компонент

Н.И. Киселев, к.ф. - м.н., профессор,
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Московской области
«Королевский институт управления экономики и социологии»,
г. Королев, Московская область

Геометрический образ многомерной выборки представляется параллелепипедом минимального объема, который является оценкой максимального правдоподобия для равномерного распределения наблюдений. Оценка векторов ребер прямоугольного параллелепипеда, интерпретируемых как главные компоненты, формулируется как задача оптимизации с минимаксным критерием. Для ее решения используются методы линейного программирования. Предложенный подход экспериментально проверяется на известных тестовых статистических массивах, где получены результаты, не уступающие, а в некоторых случаях превосходящие оценки классического метода главных компонент.

Параллелепипед, главные компоненты, минимаксные критерии, линейное программирование.

The geometrical image of multidimensional sample is represented as a parallelepiped of the minimum volume which is an estimation of the maximum likelihood for uniform distribution of observations. The estimations of vectors of the rectangular parallelepiped edges, interpreted as the principal components, is formulated as a problem of optimization with minimax criterion. The methods of linear programming are used to find a solution. The above approach was checked experimentally on known test data sets. On these data sets the minimax method has shown the equal or better results in comparison with classical method of the principal components.

Parallelepiped, principal components, minimax criteria, linear programming.

1. Введение

В эконометрике нормальное распределение данных не является доминантой, как это

было ранее в других областях приложения статистических методов. В то же время метод главных компонент, основной

инструмент анализа структуры данных, по существу основан на предположении, что исходные данные являются наблюдениями случайной величины с многомерным нормальным распределением. В частности, используется метод наименьших квадратов, ковариационная матрица, геометрические представления типа «эллипсоида рассеяния» и иные категории нормального распределения. Другие модели образования исходных данных, рассматриваемые в контексте выбора метода оценивания главных компонент, в литературе нам не известны.

В целях обеспечения эконометрики более адекватными инструментами анализа данных в работе рассматривается модель образования наблюдений, основанная на равномерном законе их распределения. Переход к иной модели данных приводит к замене классического критерия наименьших квадратов минимаксным критерием, а вместо многомерного эллипсоида как геометрического образа формы данных появляется прямоугольный параллелепипед. Таким образом, в работе строится альтернатива классическому методу главных компонент.

Заметим, что в развитие множественности подходов к решению важных задач математической статистики, представляется целесообразным постро-

ить подобную альтернативу. Например, в относительно простой задаче - оценивание центра случайной величины по выборке - помимо выборочного среднего используется ряд различных оценок: медиана, середина размаха и т.д., каждая из которых имеет оптимальные свойства при соответствующих распределениях случайной величины. В нашем случае также очевидно, что в зависимости от модели образования данных прикладной задачи, тот или другой метод изучения структуры многомерных наблюдений будет иметь свои преимущества.

Предложенный минимаксный метод оценивания главных компонент и сопутствующий ему метод максимального размаха применяются к известным тестовым данным (выборка Р.Фишера данных по видам цветка Ирис) и макроэкономическим показателям России за 1995-2008 гг. Для изучения свойств этих методов приводится сравнение полученных ими оценок с теми, что дает классический метод главных компонент.

Помимо задачи определения главных компонент минимаксный подход дает возможность решить общую задачу локализации многомерных данных, а именно - построение параллелепипеда, который содержит все наблюдения, причем его форма и угловая ориентация

в пространстве определяют геометрию исходных данных.

2. Модель образования данных.

Пусть A – матрица числовых данных размером $p \times p$ полного ранга; p – число показателей, регистрируемых в каждом наблюдении.

Выборка $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(n)}$ представляет исходные данные, n – число наблюдений. Будем полагать, что имеет место следующая модель образования данных

$$x^{(i)} = \mu + A\xi^{(i)}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где $\xi^{(i)}$ – p -мерный вектор, состоящий из независимых одинаково распределенных случайных величин по равномерному закону на отрезке $[-1, 1]$, μ – вектор сдвига.

Геометрическое представление распределения вектора $\xi^{(i)}$ это p -мерный куб с равномерной плотностью. Вследствие линейности преобразования (1) геометрический образ распределения вектора $x^{(i)}$ представляет параллелепипед с равномерным распределением, векторами ребер которого являются столбцы матрицы A . Объем $V_p(A)$ параллелепипеда равен $V_p(A) = |\det(A)|$

Следовательно, плот-

ность распределения случайной величины $x^{(i)}$

$$p(x^{(i)}) = 1 / V_p(A).$$

И плотность совместного распределения выборки в силу независимости наблюдений

$$p(x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(n)}) = V_p(A)^{-n} \quad (2).$$

Из (2) очевидно, что оценкой максимального правдоподобия матрицы A по выборке $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(n)}$ будет матрица \hat{A} параллелепипеда минимального объема, который включает все наблюдения.

Обращаясь к методу главных компонент, где изменчивость наблюдений выборки раскладывается по ортогональным направлениям, предположим, что столбцы матрицы A являются ортогональными, т.е. $a_i^T a_j = 0$ для всех $i > j$, где a_i – i -ый столбец матрицы. Тогда геометрический образ распределения вектора $x^{(i)}$ из (1) это прямоугольный параллелепипед и, соответственно, его оценкой максимального правдоподобия будет прямоугольный параллелепипед минимального объема, включающий все наблюдения выборки. Этот параллелепипед допускает интерпретацию в смысле главных компонент: самое длинное ребро определяет направление

и меру изменчивости первой компоненты, второе по длине определяет вторую и т.д.

Для дальнейшего нам потребуется альтернативное задание параллелепипеда как области пересечения p пар параллельных плоскостей. В таком представлении параллелепипед, включающий все наблюдения выборки, описывается системой неравенств

$$\begin{aligned} -1 &\leq c_{j1}(x_1^i - \mu_1) + \\ &+ c_{j2}(x_2^i - \mu_2) + \dots \\ \dots + c_{jp}(x_p^i - \mu_p) &\leq 1, \\ i &= \overline{1, n} \\ j &= \overline{1, p} \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь строки матрицы C размером $p \times p$ состоят из линейно независимых направляющих векторов плоскостей, μ — точка пересечения всех диагоналей параллелепипеда. В представлении (3) задача нахождения параллелепипеда минимального объема сводится к решению следующей задачи оптимизации

$$V_p = 2^p / |\det(C)| \rightarrow \min \quad (4)$$

при ограничениях включения всех наблюдений в параллелепипед

$$\begin{aligned} C(x^{(i)} - \mu) &\leq 1, \\ -C(x^{(i)} - \mu) &\leq 1, i = \overline{1, n} \end{aligned}$$

Общее число ограничений равно $2 * p * n$. Каждое

наблюдение индуцирует $2 * p$ ограничений, связанных с условиями его принадлежности параллелепипеду. При решении задачи оптимизации на множестве прямоугольных параллелепипедов добавляются ограничения ортогональности строк матрицы

$$c_i^T c_j = 0 \text{ для всех } i > j, \quad (5)$$

где c_i — i -ая строка матрицы C .

Сформулированная задача оптимизации имеет нелинейные целевую функцию (4) и ограничения (5), что делает проблематичной ее решение в общем случае. В этой связи ниже рассматривается метод последовательного нахождения пар плоскостей параллелепипеда, который соответствует идеологии главных компонент [3].

3. Минимаксный метод последовательного определения главных компонент

Пусть имеется некоторая гиперплоскость $c^T x + c_0 = 0$, определим ее параметры из условия минимума максимального отклонения от плоскости наблюдений выборки

$$\begin{aligned} \hat{c}_1 &= \arg \min \max |c^T x^{(i)} + c_0|, \\ \|c\| &= 1, i = \overline{1, n} \end{aligned} \quad (6)$$

где C_0 — свободный член ги-

перпендикулярности, $\|c\|$ – евклидова норма вектора. Другими словами, задача (6) – это определение минимаксной плоскости, где отклонением точки служит ее евклидово расстояние до плоскости.

Для решения задачи (6) будем использовать аппарат линейного программирования (ЛП) [1]. Введем переменную b максимального отклонения, а также искусственные неотрицательные переменные (невязки) b_i^+ и b_i^- для каждого наблюдения. Тогда задачу (6) можно записать в терминах ЛП, но с одним квадратичным ограничением, связанным с условием нормировки:

$$b \rightarrow \min_{c, c_0}, \quad (7)$$

$$Xc + c_0 + be - b^- = 0, b^- \geq 0, \quad (8)$$

$$Xc + c_0 - be + b^+ = 0,$$

$$b^+ \geq 0, b \geq 0, \quad (9)$$

$$\|c\| = 1, \quad (10)$$

где e – единичный вектор, b^+ и b^- – вектора невязок размерности n . Как видно из (7) – (10) задача оптимизации имеет $2n+1$ нетривиальных ограничений и $2n + p + 2$ неизвестных переменных.

В результате решения (7) – (10) получаем искомый направляющий вектор \hat{c}_1 и значение мак-

симального отклонения \hat{b}_1 (нижний индекс 1 в этих переменных означает, что они относятся к первой компоненте). Так как одновременно находится оценка свободного члена \hat{c}_{01} , то первая минимаксная плоскость полностью определена. Помимо этого, с помощью величины \hat{b}_1 задается пара параллельных ей плоскостей, отстоящих от минимаксной на эту величину, находящихся по разные стороны от нее и содержащие между собой все наблюдения (в том числе, лежащие на самих плоскостях).

Для i – ой главной компоненты повторяется решение задачи (7) – (10), но с дополнительными условиями ортогональности искомого оптимального решения задачи к найденным на предшествующих шагах направляющим векторам.

$$\hat{C}_{i-1}c = 0. \quad (11)$$

Строки матрицы \hat{C}_{i-1} состоят из оценок коэффициентов минимаксной плоскости на предшествующих шагах (без оценки свободного члена), т.е. если таких шагов $i-1$, то матрица \hat{C}_{i-1} имеет размерность $(i-1) * p$ и ее строки попарно ортогональны.

В результате решения (7)

– (11) получаем вектор \hat{c}_i и i -ю пару плоскостей с расстоянием \hat{b}_i между ними, вновь содержащие между собой все наблюдения и ортогональные ранее полученным парам плоскостей.

Пересечением p пар взаимно ортогональных плоскостей, полученных при многократном решении задачи (7) – (11), является прямоугольный параллелепипед, содержащий все наблюдения. Этот параллелепипед, как уже отмечалось, *обеспечивает простую геометрическую интерпретацию главным компонентам*. Прямоугольный параллелепипед однозначно определяется набором p различных векторов ребер, исходящих из одной вершины, которые можно ассоциировать с главными компонентами. Следуя общепринятому порядку перечисления компонент (где первая компонента указывает максимальную изменчивость) имеем, соответственно: *максимальное по длине ребро параллелепипеда задает направление и величину (длина ребра) первой главной компоненты, второе по длине – вторую и т.д.*

Возвращаясь к технике решения задачи (7) – (11) заметим, что вследствие условия нормировки $\|c\|^2 = 1$ использовать непосредственно симплекс метод решения задачи ЛП

не представляется возможным. В этом случае задача каждый раз решается итеративным процессом, суть которого в замене на k -ой итерации ограничения $\|c\| = 1$ на линейное условие

$$c^T * \hat{c}_i^{(k-1)} = 1, \quad (12)$$

где $\hat{c}_i^{(k-1)}$ - решение задачи оптимизации i -ой компоненты на $(k-1)$ -ой итерации. В качестве значения $\hat{c}_i^{(0)}$ для первой итерации предпочтительней выбрать решение, полученное методом максимального размаха, изложенного в разделе 4.1 для соответствующей компоненты. В этом случае решение задачи (7) - (9), (11) – (12) находится за одну итерацию и вторая необходима для срабатывания правила остановки процесса, которое в изложенном ниже эксперименте имеет вид

$$abs(\hat{b}_i^{(k)} - \hat{b}_i^{(k-1)}) / \hat{b}_i^{(k)} \leq \alpha,$$

где $\hat{b}_i^{(k-1)}$ - значение максимального отклонения на $(k-1)$ -ой итерации вычисления i -ой компоненты, α - малая величина в эксперименте, равная 0.01. В случае выбора равноугольного начального условия $\hat{c}_i^{(0)} = 1 / \sqrt{p}$ количество итераций увеличивается незначительно (на одну-две).

Как видно из (7) - (9), (11) - (12) задача ЛП при вычислении i -ой компоненты имеет $2n + i - 1$ нетривиальных ограничений и $2n + p + 1$ неизвестных переменных, что при значительных объемах наблюдений может приводить к большим объемам вычислений. С этой точки зрения задача ЛП, двойственная к задаче (7) - (9), (11) - (12), требует меньших объемов вычислений и, более того, двойственные оценки содержат, как увидим ниже, индикаторную информацию о самих точках.

Сформулируем задачу ЛП, двойственную к задаче оптимизации (7) - (9), (11) - (12) в случае вычисления i -ой компоненты на k -ой итерации:

$$\gamma \rightarrow \min_{\lambda, \mu, \nu}, \quad (13)$$

$$e^T (\lambda - \mu) = 0, \quad (14)$$

$$X^T (\lambda - \mu) + \hat{C}_{i-1}^T \nu + \gamma \hat{c}^{(k-1)} = 0 \quad (15)$$

$$e^t (\lambda + \mu) \leq 1, \quad (16)$$

$$\lambda \geq 0, \mu \geq 0,$$

где λ и μ вектора двойственных переменных размерности n , относящиеся, соответственно, к ограничениям (5) и (6) прямой задачи, вектор ν имеет размерность $i - 1$, его компоненты не ограничены в знаке и

являются двойственными оценками для ограничений (8), переменная γ относится к ограничению (9). Отметим, что число ограничений (13) - (16) всего лишь $p + 2$.

Минимаксная плоскость и пара граничных плоскостей, которые она индуцирует, имеют в многомерном случае свойства, известные нам в одномерном: все наблюдения находятся между максимальным и минимальным значениями, выборочная оценка центра - средняя точка находится на равном расстоянии от этих значений и устойчива к колебаниям внутренних точек выборки. В многомерном случае роль максимальных и минимальных значений выполняют пары граничных плоскостей и опорные точки (т.е. наблюдения, лежащие на плоскостях), число которых для каждой пары не менее $p + 1$ (это справедливо в случае отсутствия условий (11) ортогональности; каждое условие ортогональности уменьшает число $p + 1$ на единицу). Остальные точки внутренние и, если при их колебаниях они не выходят из области, ограниченной парой параллельных плоскостей, то минимаксная плоскость остается прежней, т.е. в указанном смысле эта плоскость устойчива к внутренним точкам. Эти и другие свойства минимаксной регрессии более подробно рассматривались автором

[4].

Неотрицательные двойственные оценки λ_i и μ_i относятся к i — наблюдению и являются его важной характеристикой. Если в оптимальном решении (13) - (16) при вычислении j — ой плоскости имеем $\lambda_i = \mu_i = 0$, то i — е наблюдение лежит внутри ее пары граничных плоскостей. Если $\lambda_i \neq 0$, то $\mu_i = 0$, из этого следует, что i — е наблюдение опорное и лежит на одной из плоскостей пары. В случае $\lambda_i = 0$ и $\mu_i \neq 0$ точка лежит на другой плоскости этой пары. Область значений λ_i и μ_i является отрезком $[0, 0.5]$, при этом (см. (14) и (16)) сумма по всем λ_i равна 0.5 и равна сумме по всем μ_i .

4. Численный эксперимент

Для проверки применимости минимаксного подхода к определению главных компонент использовались статистические данные, взятые из открытого источника <http://data.cemi.rssi.ru/GRAF/InpDat.php> сайта ЦЭМИ РАН «Эконометрическая модель экономики России» (В.Макаров, С.Айвазян и др.). Нахождение начального приближения в этом методе обеспечивалось простым в реализации методом максимального размаха, предложен-

ным автором специально для этой цели. Однако этот метод, как оказалось, при сравнении с классическим методом главных компонент, показал свойства не уступающие, а в изложенном ниже примере и превосходящие его. В этой связи метод максимального размаха заслуживает отдельного изложения.

4.1. Метод максимального размаха.

Пусть X — матрица числовых данных размером $n * p$; p - число показателей, регистрируемых в каждом наблюдении, n — число наблюдений, $n \geq p + 1$, матрица X имеет ранг p . Наблюдения $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(n)}$ образуют $n * (n - 1) / 2$ различных пар $(x^{(k)} - x^{(l)})$, $k > l$. В качестве меры расстояния (размаха) между наблюдениями пары будем использовать обычную евклидову метрику $\|x^{(k)} - x^{(l)}\|$.

Определим первую главную компоненту как направление (вектор \hat{c}_1), на котором достигается максимальная величина проекции среди всех пар наблюдений и направлений, т.е.

$$\hat{c}_1 = \arg \min \max |c^* (x^{(k)} - x^{(l)})|, \quad (17)$$
$$\|c\| = 1,$$

где $c^*(x^{(k)} - x^{(l)})$ – скалярное произведение и при условии нормировки $\|c\|=1$ является величиной проекции вектора $(x^{(k)} - x^{(l)})$ на направление c .

В постановке (17) направление первой главной компоненты, очевидно, будет совпадать с вектором, соединяющим два наблюдения, расстояние между которыми максимально. Если таких пар несколько, то решение не единственно. Этот случай здесь не будем рассматривать. Другими словами, определение первой главной компоненты сводится к нахождению пары наблюдений с максимальным расстоянием.

В общем случае i -я главная компонента вычисляется следующим алгоритмом.

Пусть $\hat{c}_1, \hat{c}_2, \dots, \hat{c}_{i-1}$ нормированные вектора вычисленных ранее главных компонент. Проектируем все наблюдения на пространство, образованное указанными векторами. В результате получаем вектора проекций $x_{pr\parallel}^{(1)}, x_{pr\parallel}^{(2)}, \dots, x_{pr\parallel}^{(n)}$ на-

блюдений. Из разложения $x^{(j)} = x_{pr\parallel}^{(j)} + x_{pr\perp}^{(j)}, j = \overline{1, n}$

получаем последовательность проекций наблюдений

$x_{pr\perp}^{(1)}, x_{pr\perp}^{(2)}, \dots, x_{pr\perp}^{(n)}$ на пространство, ортогональное к ра-

нее найденным главным компонентам. Далее следуют действия, аналогичные вычислению первой компоненты: полученные проекции образуют, как выше, набор $n^*(n-1)/2$ возможных пар и среди них находим пару с максимальным расстоянием. Вектор, соединяющий эту пару, определяет направление и значение i -ой главной компоненты.

Заметим, что проекционная матрица P_{i-1} для получения последовательности

$x_{pr\parallel}^{(1)}, x_{pr\parallel}^{(2)}, \dots, x_{pr\parallel}^{(n)}$ на i -ой

итерации в случае ортонормированных векторов главных компонент имеет простой вид

$$P_{i-1} = C_{i-1} C_{i-1}^T,$$

где C_{i-1} - матрица, составленная из векторов $\hat{c}_1, \hat{c}_2, \dots, \hat{c}_{i-1}$ главных компонент, размером $m^*(i-1)$.

Для подтверждения дееспособности данного подхода рассмотрим его применение на классических данных цветков Ириса [6], которые, зачастую, используются для тестирования предлагаемых методов анализа многомерных данных. Данные заимствованы из открытого источника [5] репозитория UCI тестовых статистических массивов, организованного в университете г. Ирвин (Калифорния, США). Содержательно это выборка из 150 наблюдений

цветков Ириса, для каждого измерения 4 классификационных признака. Цветки Ириса принадлежат трем видам, которые в выборке представлены подвыборками по 50 наблюдений каждого вида. Известно, что один вид линейно отделяется от двух других, для которых, однако, нет линейного дискриминатора.

Эксперимент состоит в проверке - повторит ли изложенный выше подход известные результаты по разделению видов цветка Ириса в координатах его первых двух компонент. Исходные ботанические данные предварительно масштабированы

путем деления измерений признака на его максимальный размах. Результаты метода максимального размаха приведены на рис.1. Для сравнения на рис. 2 дано представление наблюдений на плоскости первых двух собственных векторов классического метода главных компонент. Результаты по классическому методу рассчитаны автором, аналогичные результаты приведены ранее [2].

Обозначения на рисунках наблюдений: ▲ - вид *Iris-versicolor*, ● - вид *Iris-virginica*, ◆ - вид *Iris-setosa*.

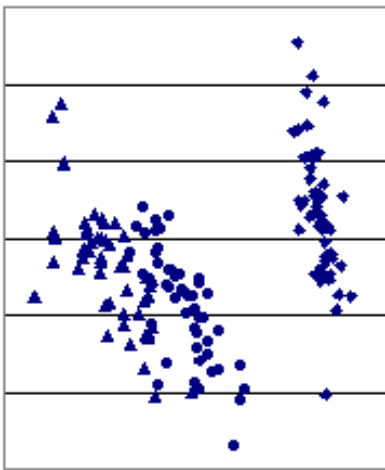


Рис.1 Представление данных методом максимального размаха

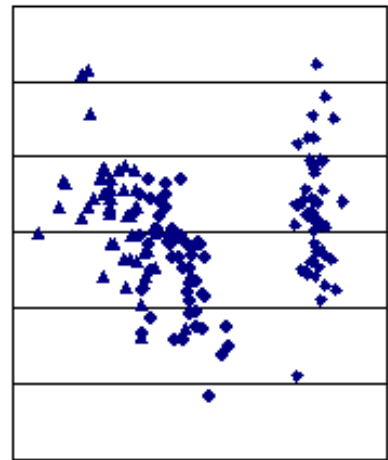


Рис.2 Представление данных классическим методом

Как видно, качественно рисунки близки, однако на рис.1 наблюдения различных классов более «разнесены», чем на рис.2. Другими слова-

ми, представление данных в координатах первых двух компонент, полученных методом максимального размаха, имеет несколько более четко выра-

женную классификационную структуру.

Подтверждением близости результатов обоих методов в данном примере является таблица 1, где приведены значения косинусов углов векторов главных компонент с каждой координатой (значения для

классического метода даны вторым числом через слеш /). Серым цветом обозначены ячейки с большими значениями косинусов. Как видно, их значения весьма близки для обоих методов.

Табл. 1. Значение косинусов углов векторов главных компонент максимального размаха и классического методов

№ вектора	x_1	x_2	x_3	x_4
1	0.57/0.52	-0.1/-0.26	0.59/0.58	0.55/0.57
2	0.36/0.37	0.92/0.92	-0.13/0.02	-0.06/0.06
3	0.7/0.72	-0.35/-0.24	-0.19/-0.14	-0.59/-0.63
4	0.2/0.26	-0.15/-0.12	-0.77/-0.8	0.58/0.52

Отличие результатов максимального размаха и классического методов имеют место лишь в нагрузках на каждую компоненту. Для рассматриваемого метода нагрузки в процентах для всех четырех компонент составляли: 48%, 29%, 15%, 8% (рассчитывалась как отношение размаха по данной компоненте к суммарному размаху по всем). Для классического метода, соответственно, получаем: 73%, 22.5%, 4%, 0.5% (процентные значения собственных значений ковариационной матрицы). Кажется бы, классический метод предпочтительней в смысле распределения изменчивости по главным компонентам. Однако

следует отметить, собственные значения это квадратичная функция от исходных данных, тогда как размах зависит от них линейно. Если извлечь корень из собственных значений и вновь вычислить процентное соотношение, то получим: 53%, 30%, 12.5%, 4.5%. Как видим, вновь получаем близкие результаты для обоих методов.

4.2 Численный эксперимент с минимаксным методом.

Данные представляют поквартальные наблюдения, начиная с четвертого квартала 1995 года по 2008 год включительно, следующих четырех макропоказателей РФ:

x_1 - значение валового внутреннего продукта (ВВП),

x_2 - величина инвестиций с лагом в 4 квартала,

x_3 - квартальное приращение курса доллара,

x_4 - значение ВВП с лагом в один квартал.

Таким образом, фактические данные представляют 53 точки в четырехмерном про-

странстве $n = 53$ и $m = 4$.

Эмпирические распределения используемых показателей приведены на рис.3 и следует отметить, что визуально они весьма отличаются от нормального. В этом случае применение классического метода главных компонент, основанного на нормальном распределении данных, не представляется обоснованным.

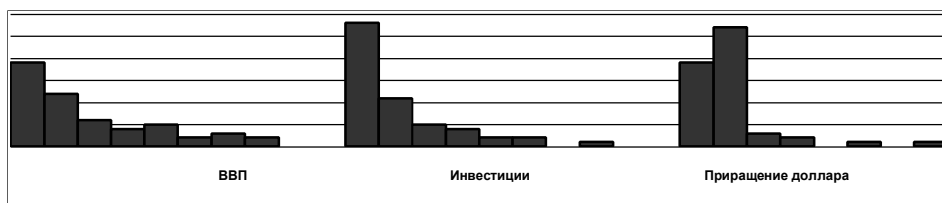


Рис.3. Эмпирические плотности распределений показателей

В результате применения изложенной выше процедуры определения главных компонент путем многократного решения задачи (13) – (16) получен параллелепипед, косинусы углов ребер (направление компонент) которого с координатами приведены в таблице 2. Длины ребер параллелепипеда в процентном отношении равны: первое по длине составляет 61% от общей суммы всех четырех ребер, второе – 30% и два последних по 5% и 3%. Отметим, что исходные данные предварительно масштабировались путем деления значений каждого показателя на его размах и центрировались вычита-

нием его минимального значения.

Для сравнения по этим данным вычислена ковариационная матрица и найдены ее собственные значения и вектора, т.е. определены главные компоненты классическим методом [Айвазян (1989)]. В процентном отношении эти собственные значения следующие: первое составляет - 88,4%, второе – 11%, третье – 0,5% и четвертое – 0,1%. Как в первом эксперименте, переходим от квадратичной характеристики изменчивости к линейной (т.е. извлекаем корень из собственных значений и пересчитываем процентные соотношения). В

результате получаем: первая компонента содержит – 68,5%, вторая – 24%, третья – 5% и четвертая – 2,5%, что вновь близко к минимаксному методу.

Также главные компоненты вычислялись первым методом из условия максимального размаха. Представим в виде триады процентные отношения для всех трех методов. Первая тройка чисел – это процент нагрузки первой главной компоненты, соответственно, для первого, второго и классического методов, вторая тройка чисел – это процент второй компоненты и т.д.

57%-61%-68.5%, 34%-30%-24%, 6%-6%-5%, 3%-3%-2.5%

Как видно из приведенных значений, в классическом методе суммарная изменчи-

вость на направлениях первого и второго собственного векторов практически равна изменчивости по первым двум «длинным» ребрам параллелепипедов рассматриваемых методов.

Матрица нормированных векторов ребер (косинусы углов векторов с координатами) приведена в таблице 2, где первое и второе число в ячейке относится к первому и второму минимаксному методу, а третье число - косинусы собственных векторов для классического случая. Серым цветом выделены ячейки, где имеют место минимальные углы с соответствующими осями и отметим, что в данном примере выделенные ячейки совпадают для всех методов на первых двух компонентах.

Табл. 2. Косинусы углов главных компонент с координатами для трех методов

№ вектора	x_1 ВВП	x_2 Инвестиции	x_3 Изменение курса доллара	x_4 ВВП с лагом
1	0.66/0.7/0.71	0.1/0.12/0.11	-0.47/-0.33/-0.1	0.58/0.63/0.68
2	0.24/0.22/0.06	0.13/0.14/0.05	0.87/0.94/0.99	0.41/0.22/0.07
3	0.66/0.62/0.17	0.26/0.24/0.98	0.11/0.0/0.03	-0.7/-0.74/-0.01
4	-0.29/-0.28/-0.67	0.95/0.95/-0.12	-0.1/-0.1/0.01	0.07/0.08/0.72

Из таблицы косинусов следует, что значения первого самого длинного ребра определяются, в основном, первым и четвертым показателями (ВВП

и ВВП с лагом в один квартал), причем вклад каждого из них примерно одинаков. Второе ребро имеет весьма малый угол с показателем «приращение

курса доллара», т.е. связано, в основном, с этим показателем. Нагрузки на третье и четвертое ребро для минимаксных методов и классического расходятся и если пытаться их интерпретировать, то получим разные версии.

Сравнение первого и второго методов показывает их хорошее согласие на всех компонентах. Сравнение этих методов с классическим показывает, в целом, хорошее согласие на первых двух векторов. На двух последних компонентах, которые учитывают малую долю изменчивости, согласие между минимаксными и классическим методом не наблюдается.

В целом, эксперимент на использованных реальных данных демонстрирует, на наш взгляд, разумные результаты, во многом хорошо согласованные с расчетами классическим методом наименьших квадратов. Для изучения эффективности минимаксного подхода требуются, естественно, дополнительные теоретические исследования и эксперименты, которые определяют области его предпочтительного применения.

Заметим, однако, что минимаксный подход следует рассматривать не только как альтернативу классическим главным компонентам, но, как нам представляется, он дает дополнительную полезную ин-

формацию. В частности, как уже отмечалось, локализация многомерных данных в простом геометрическом образе (параллелепипеде), на гранях которого находится часть наблюдений, позволяет получить ряд содержательно интересных результатов.

4. Заключение

1. Рассмотренные методы вычисления главных компонент показали в численных экспериментах результаты (распределение изменчивости по главным компонентам и их направление), которые не уступают свойствам оценок классического метода наименьших квадратов.

2. Вычислительная простота и наглядность метода максимального размаха делают полезным его применение на стадии предварительного анализа эконометрических данных, также он интересен как альтернативный взгляд на данные при использовании классического метода.

3. Минимаксный метод помимо определения главных компонент перспективно использовать в задачах локализации многомерных данных.

4. Теоретические свойства оценок в предложенном методе построения главных компонент пока не изучены, но, как известно, в одномерном случае минимаксная оценка (середины выборочного размаха) при

равномерном распределении случайной величины имеет скорость сходимости $1/n$, тогда как выборочное среднее значение в модели нормального распределения имеет скорость $1/\sqrt{n}$. По аналогии

можно ожидать эффективность рассмотренных методов в моделях с равномерным законом распределения наблюдений, где параллелепипед является оценкой максимального правдоподобия.

Литература

1. Гольштейн Е.Г. Теория двойственности в математическом программировании и ее приложения. М., Наука, 1971.
2. Зиновьев А.Ю. Визуализация многомерных данных. Издательство Красноярского государственного технического университета, 2000. — 180 с.
3. Киселев Н.И. Альтернативные методы оценивания главных компонент. Прикладная эконометрика, т.49, М., Наука, 2010
4. Киселев Н.И. Линейное программирование в экстремальных задачах статистики. Ученые записки по статистике, т.49, М., Наука, 1985
5. Asuncion A., Newman D.J. UCI Machine Learning Repository (<http://www.ics.uci.edu/~mllearn/MLRepository.html>, дата обращения 10.09.10г.). Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science. 2007.
6. Fisher R.A. "The use of multiple measurements in taxonomic problems" Annual Eugenics, 7. Part II, 179-188 (1936);