

V МНПК «УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ НАУКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ»
Математические методы и модели в управлении

О.В. Данеев

РАЦИОНАЛЬНЫЙ ВЫБОР, КАК АТРИБУТ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ.

А.А. Усков

В.М. Лаврушин

АЛГОРИТМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ SADT-МОДЕЛЕЙ

А.С. Птускин

**АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ
ПРЕДПРИЯТИЕМ НАИЛУЧШЕЙ ДОСТУПНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

В. А. Иванюк

АНАЛИЗ ОТРАСЛЕЙ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТА

А.Ю. Кузьмин

УПРАВЛЕНИЕ ВАЛЮТНЫМ КУРСОМ РУБЛЯ

И.В. Орлова

**РАНЖИРОВАНИЕ ФАКТОРОВ ПО СТЕПЕНИ ИХ ВЛИЯНИЯ НА
РЕЗУЛЬТИРУЮЩУЮ ПЕРЕМЕННУЮ В МОДЕЛЯХ РЕГРЕССИИ**

М.Ю. Михалева

Е.С. Вандышева

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАТРАТ НА НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ НА ВЫПУСК ИННОВАЦИОННЫХ ТОВАРОВ
И УСЛУГ В РОССИИ**

А.А. Кочкаров

**СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В СЕТЕВЫХ СРЕДАХ**

С.В. Анисимова

И.Е. Денежкина

**ПОСТРОЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ
ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА В АГРОБИЗНЕСЕ**

В.А. Бывшев

**СУЩЕСТВУЕТ ЛИ АЛЬТЕРНАТИВА «МЯГКИМ ВЫЧИСЛЕНИЯМ» В
ЭКОНОМИКЕ И ФИНАНСАХ?**

Д.О. Афанасьев

Е.А. Федорова

**КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕНЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА
РОССИЙСКОМ РЫНКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАССА МОДЕЛЕЙ SCARX**

УДК:338.24.01

О.В. Данеев

доцент, к.э.н.,
доцент Департамента анализа данных,
принятия решений и финансовых технологий,
ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской
Федерации» (Финуниверситет), Finansial University, г.Москва
E-mail: ODaneev@fa.ru
+7(903)797-32-17

РАЦИОНАЛЬНЫЙ ВЫБОР, КАК АТТРИБУТ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ.

Аннотация

В данной статье рассматривается проблема принятия коллективных решений с учётом индивидуальных предпочтений индивидуумов. Автором проведён анализ модели Эрроу, которая определяет ограничения на правила коллективного принятия решения.

Ключевые слова

Рациональность выбора, аксиоматический подход Эрроу, правило диктатора.

O.V. Daneev, Associate Professor,
Candidate of Economic Sciences,
Docent of Department of Data Analysis,
Decision Making and Financial Technologies,
The Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education "Financial
University under the Government of the Russian Federation"

Rational choice as an attribute of effective management.

Abstract

The article considers the problem of collective decision-making, taking into account the individual preferences of the entities. The author analyses Arrow model that defines limitations of collective decision-making rules.

Key words

Rationality of choice, axiomatic approach of Arrow, rule of dictator.

Решения – это важнейший продукт любой человеческой деятельности, и в частности – управленческой. Современный менеджер – субъект, ежедневно принимающий множество решений, от которых, с одной стороны, зависит эффективность использования трудовых, материальных, финансовых и других ресурсов, а с другой – последствия данных решений часто определяют судьбы множества индивидуумов. Для принятия эффективных решений необходимы интеллектуальные, волевые, эмоциональные, духовные, нравственные и другие качества человека. Важнейшими факторами, влияющими на процесс принятия решений, являются неопределенность – как мера неполноты информации и риск – как количественная мера неблагоприятного исхода решения.

В современной науке своеобразной доминантой выступает представление о четырех типах научной рациональности М. Вебера: рациональность как средство прогрессирующего научного логического мышления; рациональность как целесообразность человеческой деятельности; рациональность как соотнесённость деятельности с некоторой системой ценностей; рациональность как нормативно-методологическая модель научного исследования.

Рассматривая понятие рациональности, следует обратить внимание на один принципиальный момент - субъективность при принятии решений. Теория Неймана-Моргенштейна представляет собой аксиоматическую систему, т.е. состоит из совокупности аксиом, касающихся предпочтений лица, принимающего рациональные решения, и следствий, которые выводятся из этих аксиом. Она позволяет определить оптимальную стратегию из множества альтернатив в условиях риска - согласно данной системе алгоритм действий рационального человека должен быть таков: определить свою полезность исходов, умножить их на соответствующие им вероятности, получить ожидаемую полезность и выбрать альтернативу с наибольшей полезностью. Таким образом, существует модель рационального выбора с одним критерием, позволяющая сравнивать любые альтернативы, исходя из предпочтений индивидуума.

Однако, часто приходится принимать коллективное решение с учётом индивидуальных предпочтений субъектов. Всегда ли оно является рациональным, с одной стороны, и насколько учитывает выбор каждого эксперта?

В 1972 году Нобелевскую премию по экономике присудили американскому математику Кеннету Джозефу Эрроу за исследование «Коллективный выбор и индивидуальные ценности». Опираясь на предшествующие работы П. Самуэльсона и А. Бергсона в этой области, он попытался сформулировать условия, при которых из индивидуальных предпочтений рациональным или демократическим путем могут быть выведены групповые решения.

Эрроу поставил вопрос в самом общем виде: можно ли создать такую систему голосования, чтобы она была рациональной (т.е. без внутренних противоречий), демократической («один человек – один голос») и решающей (т.е. позволяла осуществлять выбор) одновременно?

Циклические коллективные предпочтения являются задачами с произвольными исходными данными и стратегическим поведением. Они возникают, либо когда предпочтения порождаются принципом большинства, либо в какой-нибудь другой процедуре голосования. Таким образом, перед Эрроу встал вопрос: возникают ли противоречивые коллективные предпочтения лишь при принципе большинства и тесно связанных с ним методах или они присущи всем системам голосования? Для ответа на этот вопрос он должен был бы рассмотреть различные процедуры голосования и для каждой из них проверить, не порождают ли какие-нибудь конфигурации индивидуальных упорядочений предпочтений циклы или коллективные предпочтения с какими-нибудь другими неприемлемыми свойствами. Сложность заключалась в том, что ему пришлось бы исследовать огромное количество процедур объединения, сильно различающихся теми ролями, которые в них приписывались отдельным голосующим, и критериями, которые использовались для упорядочения альтернатив.

По необходимости Эрроу вместо этого выбрал аксиоматический подход.

Вместо попыток изобретения указанной системы он предложил набор требований – аксиом, которым она должна удовлетворять.

Эрроу пришел к выводу, что социальная функция выбора, выражающая связь между индивидуальными предпочтениями и социальным выбором, должна отвечать четырем требованиям:

1) транзитивности: если А предпочтительней, чем выбор Б, а выбор Б - чем выбор С, то выбор А предпочтительней, чем выбор С;

2) эффективности по Парето: альтернативное решение не может быть выбрано, если при этом существует другая реализуемая альтернатива, улучшающая жизнь некоторых членов общества и не ухудшающая условий жизни остальных индивидов;

3) отсутствию диктатуры, навязывающей свои предпочтения всему обществу;

4) независимости посторонних альтернатив: выбор между альтернативами А и Б остается неизменным, если вводится третий, логически допустимый, но неосуществимый вариант С.

Эрроу показал, что все четыре условия противоречивы друг другу, откуда следовало, что ни одна социальная функция выбора не может соответствовать всем требованиям одновременно.

Определив и обосновав эту совокупность желательных требований, Эрроу доказал, что единственные системы, удовлетворяющие всем этим свойствам, обладают простым и удивительным недостатком: каждая из них является правилом диктатора. Диктатор - это личность, обладающее властью навязывать обществу своё строгое предпочтение для любой пары альтернатив. Как показал Эрроу, комбинация указанных свойств имеет ограничение: хотя они и привлекательны по отдельности, но в комбинации - пагубны.

За теоремой Эрроу, доказывающей невозможность демократических выборов без элементов диктатуры, скрываются более сложные проблемы, нежели поиск новой математической модели голосования.

Действительно ли идеал демократии сводится к математической модели процедуры голосования, избавленной от произвольности, безвыходных положений и неравноправия? Гарантирует ли демократия отсутствие произвола или

неравноправия? К сожалению, даже теоретический ответ - отрицательный. Например:

1. Не все признаются гражданами.
2. Не все граждане имеют право голоса.
3. Не все граждане, имеющие право голоса, могут быть выдвинуты.
4. Значимость одних и тех же критериев у разных граждан всегда будет различаться, равно как и осведомлённость о соответствии кандидатов этим критериям. Отсюда следует неравная компетентность избирателей при равном «весе» их голосов.

5. Принципы демократии распространяются лишь на очень небольшую часть общественных отношений даже в государствах, считающихся эталонами демократии, да и то лишь в ограниченное время в особых ситуациях. Во всём остальном предпочтение отдаётся диктатуре, явной или косвенной. Реальная демократия предусматривает не только равные права, но и неравные возможности в большей части областей жизни общества.

Отсюда закономерен вопрос: а действительно ли так называемая выборная демократия есть власть народа? Вполне очевидно, что власть принадлежит тем, кому она принадлежит, а народ служит лишь в качестве одного из аргументов в споре претендентов на первые роли.

Таким образом, Эрроу определил правила, по которым равновесное распределение равноправных голосов будет не менее вероятно, чем любое иное: выйти из равновесия можно только диктаторскими методами. Проблема не в голосовании как таковом, а в выборе среди альтернатив, равноценных по какой-либо группе критериев.

В ситуации, когда, по мнению экспертов, ни одна из альтернатив не обладает преимуществом, следует ввести дополнительный критерий выбора. В сущности, так поступает любой человек: столкнувшись с выбором между равноценными альтернативами, он принимается за поиски признаков, которые можно было бы привлечь в качестве дополнительных критериев оценки и выбора.

Однако, любые дополнительные критерии, используемые после голосования, по Эрроу, тоже есть проявление диктатуры.

Данная ситуация аналогична описанной в теории катастроф: в критической ситуации - в точке бифуркации равновесие может нарушить любой незначительный фактор, который в других ситуациях не учитывается.

Как любая модель, процедура голосования по Эрроу имеет ограниченное число факторов, при которых существует вероятность установления состояния равновесия.

В этой связи, вполне возможным представляется пересмотр понимания термина «демократия»: содержание этого понятия со временем изменяется. Такие подходы практикуются, например, в виде непропорционального представительства в парламенте, когда партия, получившая относительное большинство голосов, получает абсолютное большинство мест.

Модель Эрроу, определяют ограничения на правила коллективного принятия решения. Эти ограничения довольно строги. Три общепризнанные цели - коллективная рациональность, способность принимать решения и равенство власти - оказываются в непримиримом противоречии. Если общество отказывается от коллективной рациональности, тем самым принимая необходимую произвольность и возможность оказывать влияние на нерациональные процедуры, то, по-видимому, принцип большинства обеспечит выбор, потому что с его помощью можно достичь две другие цели. Если общество настаивает на сохранении некоторой степени коллективной рациональности, оно может достигнуть равенства, приняв правило консенсуса, но только ценой крайней нерешительности. Общество может увеличить способность принимать решения, концентрируя право вето во всё более узком кругу индивидуумов; самое решающее правило - правило диктатора, является самым неравным.

Таким образом, не сформулированы характеристики возможных способов упорядочения, достаточно широкие, чтобы охватить реальные предпочтения индивидуумов, и в то же время достаточно узкие, чтобы избежать выводов о правиле диктатора.

Тем не менее, каждое общество должно производить коллективные выборы и изобретать процедуры голосования, какими бы несовершенными они ни были. Продолжающие исследования с помощью аксиоматического метода, начатые Эрроу, привели к более глубокому пониманию существующих методов голосования и, возможно, помогут создать более совершенные. Они также показывают, что поскольку возможности строго ограничены, то компромиссы неизбежны.

Открытие Эрроу значительно проясняет вопрос принятия коллективных решений, но к сожалению, не даёт «рецепта» разрешения «патовых» ситуаций.

Резюмируя, хотелось бы отметить: когда мы принимаем решение, делая выбор из возможных альтернатив, мы неизбежно выбираем и его последствия.

Список использованной литературы

1. Эрроу, Кеннет Дж. Коллективный выбор и индивидуальные ценности/Пер. с англ.: [Ю. М. Яновская]. - М.: Издат. Дом ГУ ВШЭ, 2004 (ПИК ВИНТИ). – 204 с.: ил., табл.

УДК 004.94

А.А. Усков

д.т.н., профессор

Российский экономический университет им. Г.В Плеханова

E-mail: prof.uskov@mail.ru

В.М. Лаврушин

к.э.н., доцент

Российский университет кооперации

E-mail: studpost@mail.ru

АЛГОРИТМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ SADT-МОДЕЛЕЙ

Аннотация: В статье авторами представлен эмпирический подход к характеристике сложности восприятия SADT-моделей человеком, а также алгоритм позволяющий преобразовывать указанные модели соответственно критерию минимальной сложности восприятия. Материал статьи может быть полезен в процессе построения и изучения SADT-моделей, а также разработки CASE-средств на их основе.

Ключевые слова: IDEF-модель, SADT-модель, CASE-технология, визуальная модель, сложность восприятия.

Uskov Andrey

Doctor of Science, Professor

Plekhanov Russian University of Economics

Lavrushin Vladimir

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Russian University of Cooperation,

ALGORITHM TRANSFORMATION SADT-MODELS

Abstract: The article presents an empirical approach to the characterization of perception SADT-models, as well as the algorithm allowing to convert specified models, respectively, the criterion of the minimum of perception. The material may be useful in the process of building and learning SADT-models, as well as the development of CASE-tools based on them.

Keywords: IDEF-model, SADT-model, CASE-technology, visual model, the complexity of perception.

Введение

Методологии построения визуальных моделей семейства IDEF (Integrated Computer-Aided Manufacturing) в настоящее время находят активное применение в CASE-средствах, при моделировании и реинжиниринге разнообразных технологических и социально-экономических процессов [1, 4, 6].

Наиболее известными и востребованными сегодня методологиями семейства IDEF являются [1, 4]:

- методология функционального моделирования - IDEF0 (SADT);
- методология диаграмм потоков данных - DFD;
- методология моделирования процессов - IDEF3.

Все перечисленные методологии используют принцип иерархического группирования моделей, заключающийся в том, что диаграмма верхнего уровня содержит обобщенное отображение системы, детализируемое впоследствии на диаграммах декомпозиции.

Возможно построение большого количества разнообразных вариантов IDEF-моделей для одного и того же сложного объекта или процесса. Выбор того или иного варианта определяется субъективным мнением разработчика модели. В данных условиях полезным представляется введение объективных критериев, которые бы позволили сравнивать между собой различные варианты построения моделей, что дает возможность останавливаться на наилучшем варианте. В статье предлагается такой критерий – минимум коэффициента сложности

восприятия (КСВ) визуальной модели, основанный на эмпирических закономерностях восприятия информации человеком.

Описана методика определения КСВ для конкретных IDEF-моделей, а также предложенный алгоритм, позволяющий в процессе интерактивного взаимодействия с пользователем получать SADT-модель с минимальной сложностью восприятия.

Введем в рассмотрение коэффициент сложности восприятия (КСВ) визуальных моделей – положительный действительный показатель, значение которого тем больше, чем большую сложность для восприятия человеком представляет модель.

Для определения КСВ примем следующие допущения:

1. Изучение IDEF-модели пользователем (в частности, человеком) производится в логической последовательности: блоки диаграммы верхнего уровня, связи (входы и выходы блоков) диаграммы верхнего уровня, переход на последующий на уровень декомпозиции, изучение блоков и взаимосвязей диаграмм настоящего уровня, переход на последующий на уровень декомпозиции и т.д.

2. На любом шаге изучения модели информация усваивается небольшими порциями, помещаясь в начале в кратковременную память, после чего переходит в долговременную [2, 5].

3. Объем кратковременной человеческой памяти является ограниченным (кошелек Миллера) [2, 5]. Между количеством информационных единиц, которые сохраняет кратковременная человеческая память, и одновременно энергетическими затратами в процессе запоминания информации прослеживается определенная взаимосвязь (см. таблицу) [5].

Характеристика взаимосвязи между количеством информационных единиц и энергетическими затратами в процессе запоминания информации в относительных единицах $Q(n)$

n (количество информационных единиц)	3	7	10	13	15
Q	1	15	50	200	400

Довольно достоверной аппроксимацией исследуемой закономерности обнаруживается функциональная зависимость вида:

$$Q(n) = \exp(0.4n) - 1. \quad (1)$$

4. Сложность восприятия визуальной модели отображает среднее время необходимое для запоминания рассматриваемой модели человеком. Предположим, что время запоминания является прямо пропорциональным величине и уровню энергетических затрат в процессе запоминания, т.е. энергетические затраты в относительных единицах на хранение информационного объекта кратковременной человеческой памятью можно принять за коэффициент сложности восприятия настоящего информационного объекта.

5. Общий коэффициент сложности восприятия IDEF-модели определяется как сумма КСВ отдельных элементов модели – информационных блоков, содержащих информацию о наименованиях блоков любой диаграммы и взаимосвязей каждого блока:

$$Q_s = \sum_{i=1}^M Q_i, \quad Q_i = \exp(0.4n_i) - 1, \quad (2)$$

где M – совокупное количество информационных объектов, n_i – размер i -го информационного объекта.

Опишем предложенный алгоритм декомпозиции SADT-моделей.

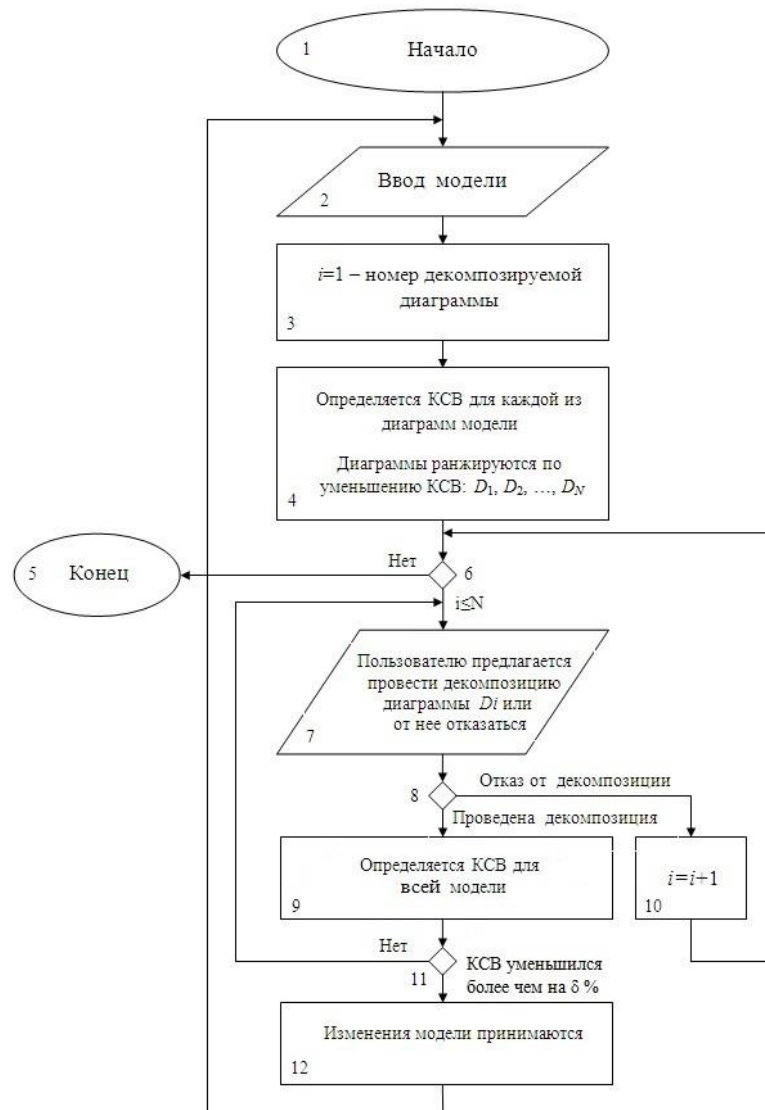
Упрощенно суть работы предлагаемого алгоритма декомпозиции SADT-моделей состоит в следующем: определяется КСВ для любой из диаграмм модели, пользователю предлагается провести декомпозицию диаграммы с

наибольшим КСВ, после проведения декомпозиции вновь выбирается диаграмма модели с наибольшим КСВ, которая затем подвергается декомпозиции.

На рисунке наглядно представлена блок-схема разработанного алгоритма декомпозиции SADT-моделей.

Исходными данными для работы алгоритма является начальная SADT-модель (блок 2). В блоке 4 определяется КСВ для каждой из диаграмм модели в соответствии с методикой, приведенной в разделе 1.

На шаге 7 пользователю предлагается произвести декомпозицию диаграммы с максимальным КСВ. Если пользователь отказался от декомпозиции (блок 8), то ему предлагается провести декомпозицию следующей по значению КСВ диаграммы, ранжированных в блоке 4. Если пользователь отказался от декомпозиции всех диаграмм, то работа алгоритма заканчивается (левая стрелка условия 6).



Блок-схема алгоритма декомпозиции

Если пользователь провел декомпозицию предложенной диаграммы, то осуществляется переход от условия 8 вниз, после чего определяется КСВ всей модели (сумма КСВ всех диаграмм модели). Если КСВ в результате декомпозиции уменьшился более чем на заданную величину $\delta\%$, то в соответствии с условием 11 изменения модели принимаются (блок 12). После чего описанный цикл повторяется. Если КСВ модели уменьшился менее чем на $\delta\%$, то переход по левой стрелке условия 11, пользователю предлагается провести декомпозицию повторно или от нее отказаться.

Кроме алгоритма декомпозиции SADT-моделей разработан алгоритм композиции, который подобен описанному, но направлен на объединение диаграмм с низким КСВ, если в результате подобного объединения КСВ всей модели не увеличивается более, чем на заданную величину, то изменения принимаются.

Модельные эксперименты показали, что наиболее эффективного упрощения SADT-моделей удастся добиться путем поочередного применения алгоритмов декомпозиции и композиции.

Предложенный подход к оценке сложности восприятия IDEF-моделей может найти применение, как при непосредственном построении и исследовании моделей, так и разработке на их основе CASE-средств. Разработаны алгоритмы и использующие их программные приложения, которые при взаимодействии с пользователем в диалоговом режиме предоставляют возможность разрабатывать оптимальные с точки зрения сложности восприятия иерархические визуальные модели на основании методологий IDEF [3]. Это заметно улучшает технологию создания и функционирования компьютерных программных продуктов.

Список используемой литературы:

1. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 544 с.
2. Саймон Г. Науки об искусственном. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 144 с.
3. Усков А.А., Жукова А.Г., Кондратова Н.В. Программный модуль "Оценка коэффициента сложности восприятия визуальных моделей" / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ) № 2014618234 от 13.08.2014.
4. Черемных С.В., Семенов И.О., Ручкин В.С. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практикум. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 192с.
5. Bick C., Rabinovich M.I. Dynamical Origin of the Effective Storage Capacity in the Brain's Working Memory // Physical Review Letters. – 2009. – 103. 218101.
6. Sommerville I. Software Engineering (9th Edition). –Boston-Columbus-Indianapolis-New York : Addison- Wesley, 2011. – 790 p.

А.С. Птускин

д.э.н., профессор кафедры «Экономика и организация производства»

Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана

г. Калуга, Российская Федерация

E-mail: aptuskin@mail.ru

+7 910 709 39

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ НАИЛУЧШЕЙ ДОСТУПНОЙ ТЕХНОЛОГИИ¹

Аннотация: Современные принципы нормирования и регулирования деятельности промышленных предприятий, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду, основаны на применении наилучших доступных технологий (НДТ). При выборе альтернативных технологий должны быть учтены многочисленные критерии. Предлагается метод сравнения и выбора технологий, обеспечивающих экологические характеристики в соответствии с нормативами НДТ, с позиций конкретного предприятия с учетом затрат на внедрение технологии и экономических последствий ее использования.

Ключевые слова: нормирование негативного воздействия на окружающую среду, наилучшие доступные технологии, экономические критерии, нечеткие числа

A.S. Ptuskin

Doctor of Economics, Professor,

Department of Economics and Management of Enterprise

Bauman Moscow State Technical University,

Kaluga Branch.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калужской области (проект № 16–12–40002а(p)).

ANALYSIS OF ECONOMIC FEASIBILITY OF THE BEST AVAILABLE TECHNOLOGY IMPLEMENTATION BY THE ENTERPRISE

Abstract: Modern principles of rationing and regulation of activities of industrial enterprises that have a significant negative impact on the environment are based on the application of the best available technologies (BAT). Numerous criteria must be taken into account at the choice of alternative technologies. The method of comparison and selection of technologies, which provide environmental characteristics in accordance with BAT standards from the standpoint of a particular enterprise, taking into account expenses of introduction of the technology and economic consequences of its use, is proposed.

Keywords: regulation of negative impact on the environment, the best available technologies, economic criteria, fuzzy numbers

Промышленность остается основным источником негативных воздействий на окружающую среду, и уменьшение этих воздействий относится к глобальным проблемам на макро-, мезо- и микроуровнях². Современные принципы нормирования и регулирования деятельности промышленных предприятий основаны на применении наилучших доступных технологий (НДТ). НДТ определяется как «технологический процесс, технический метод, основанный на современных достижениях науки и техники, направленный на снижение негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду и имеющий установленный срок практического применения с учетом экономических, технических, экологических и социальных факторов»³.

Предельные величины параметров воздействия на окружающую среду устанавливаются справочниками НДТ, которые используются регулирующими

² Коржавый А.П., Птускин А.С. Иерархическая структура экологической стратегии промышленного предприятия // Контроллинг. 2015. № 55. С. 62-69.

³ ГОСТ Р 54097-2010 «Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Методология идентификации».

органами при выдаче предприятиям природоохранных разрешений на право хозяйственной деятельности, а предприятиями при формировании экологической политики. Концепция НДТ не обязывает предприятие использовать конкретную технологию, но определяет нормативы, соответствующие НДТ⁴. При сравнении альтернативных технологий должны быть учтены многочисленные критерии. Основными являются экологические, но окончательный выбор технологии осуществляется с учетом ее доступности с экономической точки зрения. С позиций конкретного предприятия при выборе технологии учет затрат и анализ экономических последствий становятся критически важными.

Перечень затрат, доходов и предотвращенных издержек для расчета экономической целесообразности внедрения технологии приведен в справочном документе⁵. Они указаны как контрольные, могут быть дополнены или сокращены и обычно представлены в сравнении с базовой технологией, для которой не была установлена средозащитная техника. Капитальные $C(t)$ затраты в году t определяются следующим образом:

$$C(t) = C_1(t) + C_2(t),$$

где $C_1(t)$ – затраты на установку (сооружение, оборудование):

$$C_1(t) = C_{11}(t) + C_{12}(t) + C_{13}(t) + C_{14}(t) + C_{15}(t) + C_{16}(t) + C_{17}(t) + C_{18}(t) + C_{19}(t) + C_{110}(t) + C_{111}(t);$$

$C_{11}(t)$ – затраты на разработку проекта; $C_{12}(t)$ – затраты на приобретение участка; $C_{13}(t)$ – затраты на подготовку участка; $C_{14}(t)$ – затраты на строительство зданий и сооружений; $C_{15}(t)$ – затраты на инженерные коммуникации; $C_{16}(t)$ – оплата работы подрядчика; $C_{17}(t)$ – затраты на испытание оборудования; $C_{18}(t)$ – затраты на запуск; $C_{19}(t)$ – оборотные средства; $C_{110}(t)$ – затраты на вывод из эксплуатации; $C_{111}(t)$ – производственные потери в течение замены оборудования и временного прекращения производства;

⁴ Бегак М.В., Гусева Т.В. О применении наилучших доступных технологий в очистке сточных вод в Европейском Союзе // Чистая вода: проблемы и решения. 2011. № 1-2. С. 50-54.

⁵ BREF Economics and Cross-media Effects URL: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/ecm.html>, 2006.

$C_2(t)$ – затраты на средозащитное оборудование:

$$C_2(t) = C_{21}(t) + C_{22}(t) + C_{23}(t) + C_{24}(t) + C_{25}(t) + C_{26}(t);$$

$C_{21}(t)$ – затраты на средозащитное оборудование; $C_{22}(t)$ – затраты на оборудование для контроля первичных загрязняющих веществ; $C_{23}(t)$ – затраты на вспомогательное оборудование; $C_{24}(t)$ – затраты на аппаратуру и инструменты; $C_{25}(t)$ – затраты на перевозку оборудования; $C_{26}(t)$ – затраты на модификацию другого оборудования.

Годовые эксплуатационные затраты и затраты на техобслуживание $O(t)$ в году t определяются следующим образом:

$$O(t) = E(t) + M(t) + L(t) + E(t),$$

где $E(t)$ – изменение затрат на энергоносители:

$$E(t) = E_1(t) + E_2(t) + E_3(t) + E_4(t);$$

$E_1(t)$ – изменение затрат на электроэнергию; $E_2(t)$ – изменение затрат на природный газ; $E_3(t)$ – изменение затрат на нефтепродукты; $E_4(t)$ – изменение затрат на твердое топливо;

$M(t)$ – изменение затрат на материалы и услуги:

$$M(t) = M_1(t) + M_2(t) + M_3(t);$$

$M_1(t)$ – изменение затрат на замену деталей; $M_2(t)$ – изменение затрат на вспомогательные средства; $M_3(t)$ – изменение затрат на обращение с отходами;

$L(t)$ – изменение затрат на оплату труда:

$$L(t) = L_1(t) + L_2(t) + L_3(t) + L_4(t);$$

$L_1(t)$ – изменение затрат на оплату труда персонала; $L_2(t)$ – изменение затрат на оплату труда руководящих сотрудников; $L_3(t)$ – изменение затрат на оплату труда обслуживающего персонала; $L_4(t)$ – изменение затрат на обучение персонала;

$E(t)$ – фиксированные эксплуатационные расходы и расходы на ремонт;

$$E(t) = E_1(t) + E_2(t) + E_3(t) + E_4(t);$$

$E_1(t)$ – изменение расходов на страховые премии; $E_2(t)$ – изменение расходов на лицензионные платежи; $E_3(t)$ – изменение величины резервов на

непредвиденные случаи и аварийные работы; $E_4(t)$ – изменение общих накладных расходов.

Доходы и предотвращенные издержки $I(t)$ в году t определяются:

$$I(t) = P(t) + N(t),$$

где $P(t)$ – доходы:

$$P(t) = P_1(t) + P_2(t) + P_3(t) + P_4(t) + P_5(t);$$

$P_1(t)$ – изменение доходов от продаж очищенных сточных вод; $P_2(t)$ – изменение доходов от продаж произведенной электроэнергии; $P_3(t)$ – изменение доходов от продаж отходов для производства строительных материалов; $P_4(t)$ – доходы от продаж неиспользуемого оборудования; $P_5(t)$ – изменение доходов за счет повышения или снижения эффективности производства и улучшения или ухудшения качества продукции;

$N(t)$ – предотвращенные издержки «неэкологического» характера:

$$N(t) = N_1(t) + N_2(t) + N_3(t) + N_4(t) + N_5(t);$$

$N_1(t)$ – экономия сырьевых материалов; $N_2(t)$ – экономия вспомогательных материалов и услуг; $N_3(t)$ – экономия энергоносителей; $N_4(t)$ – экономия трудовых затрат; $N_5(t)$ – экономия затрат на мониторинг выбросов /сбросов.

В итоге изменение суммарного номинального денежного потока в году t за счет внедрения технологии можно определить:

$$CF(t) = C(t) + O(t) + I(t).$$

Общепринятая методология, приведенная в справочном документе⁶, не рекомендует использовать расчет чистой дисконтированной стоимости (NPV) для определения НДТ. Однако для предприятия в случае, когда экологические критерии альтернативных технологий соответствуют нормативам НДТ, этот показатель становится первостепенно важным. Естественно, будет выбрана технология, проект внедрения которой обеспечивает максимальное значение NPV (даже если все значения отрицательные). Чистая дисконтированная стоимость проекта определяется:

⁶ BREF Economics and Cross-media Effects URL: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/ecm.html>, 2006.

$$NPV = \sum_t (CF(t) / (1+r)^t),$$

где t – период времени (год), $t = 0, \dots, T$; T – срок службы оборудования; r – ставка дисконтирования.

Метод расчета NPV для оценки и сравнения инвестиционных затрат, доходов и предотвращенных издержек на альтернативные технологии должен быть адаптирован с позиций учета неполноты и неточности прогнозных величин денежных потоков. Эти значения известны неоднозначно, что предопределяет их представление нечеткими числами, функции принадлежности которых могут быть определены с использованием результатов⁷. Операции с нечеткими числами приведены, например, в⁸. В отличие от общепринятой методологии, мы не включаем в состав капитальных затрат непредвиденные расходы, так как неопределенность прогнозных величин адекватно учитывается использованием аппарата теории нечетких множеств.

Значение ставки дисконтирования существенно влияет на результат оценки⁹. Для анализируемых проектов ставка дисконтирования не должна включать премию за риск. Во-первых, эти проекты относятся к вынужденным капиталовложениям, осуществляемым в соответствии с абсолютно обязательными обстоятельствами. Во-вторых, риски проекта учитываются заданием параметров проектов нечеткими числами, и дисконтирование по скорректированной на фактор риска ставке приводит к двойному учету риска.

Выбор в случае, когда альтернативные технологии обеспечивают экологические характеристики в соответствии с нормативами НДТ, состоит в том, что имеется набор из n технологий, экономическая целесообразность проектов реализации которых характеризуются величинами NPV_i ; $i = 1, \dots, n$.

⁷ Птускин А.С. Задача бюджетирования капитала с размытыми параметрами // Экономика и математические методы. 2005. Том 41. №2. С. 95-101.

⁸ Levner E., Meyzin L., Ptuskin A. Periodic Scheduling of a Transporting Robot under Incomplete Input Data: A Fuzzy Approach // Fuzzy Sets and Systems. 1998. Vol. 98. № 3. Pp. 255–266.

⁹ Птускин А.С., Волков А.И. Ранжирование вариантов инвестиционных проектов при неоднозначном задании ставки дисконтирования // Фундаментальные исследования. 2014. № 3 (2). С. 340-343.

Определяющая лучший для предприятия экономический результат технология b имеет максимальное значение чистой дисконтированной стоимости:

$$NPV_b = \max \{NPV_i \mid i = 1, \dots, n\}.$$

Метод иллюстрируется примером сравнения технологий сжигания отходов. Рассматриваются две технологии, удовлетворяющие экологическим критериям НДТ, но имеющие различные экономические параметры. Капитальные затраты, эксплуатационные расходы, доходы и предотвращенные издержки представлены как дополнительные в сравнении с существующей на предприятии технологией, не отвечающей критериям НДТ. Их значения представлены треугольными нечеткими числами (табл. 1). Годовые эксплуатационные расходы, доходы и предотвращенные издержки считаются постоянными. Ставка дисконтирования 6%. Срок службы оборудования 25 лет. Результат сравнения технологий приведен на рис. 1. Технология 2 обеспечивает предприятию лучший экономический результат: $NPV_2 > NPV_1$.

Таблица 1 - Капитальные затраты, эксплуатационные расходы, доходы и предотвращенные издержки (тыс. евро)

Технология	1	2
Капитальные затраты	(166,5; 185; 203,5)	(189,4; 210,5; 231,55)
Эксплуатационные расходы	(172,9; 188; 216,2)	(157,1; 170,8; 196,4)
Доходы и предотвращенные издержки	(21,1; 23; 26,4)	(34,0; 37; 42,5)

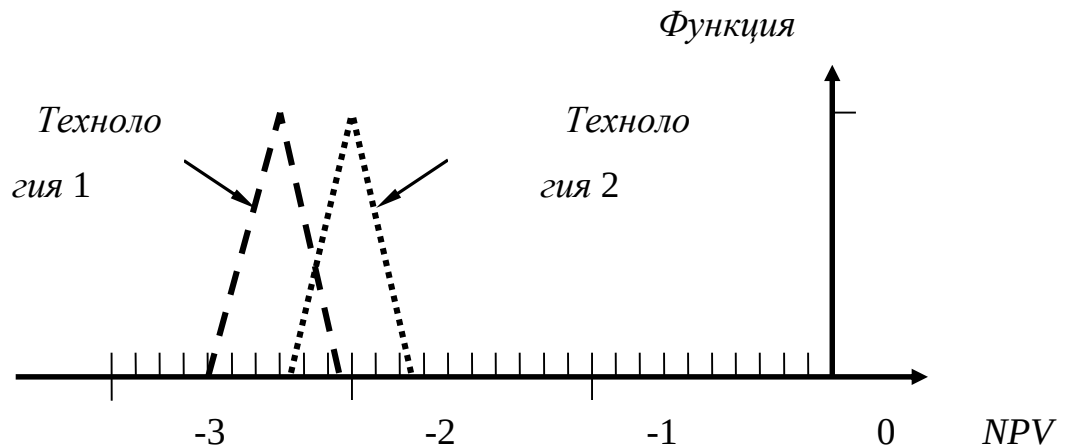


Рис. 1. NPV альтернативных проектов (млн. евро)

Предложенный метод позволяет облегчить предприятиям выбор в экономически конфликтных ситуациях, которые могут возникнуть при определении НДТ.

Список использованной литературы:

1. Коржавый А.П., Птускин А.С. Иерархическая структура экологической стратегии промышленного предприятия // *Контроллинг*. 2015. № 55. С. 62-69.
2. ГОСТ Р 54097-2010 «Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Методология идентификации».
3. Бегак М.В., Гусева Т.В. О применении наилучших доступных технологий в очистке сточных вод в Европейском Союзе // *Чистая вода: проблемы и решения*. 2011. № 1-2. С. 50-54.
4. BREF Economics and Cross-media Effects URL: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/ecm.html>, 2006.
5. Птускин А.С. Задача бюджетирования капитала с размытыми параметрами // *Экономика и математические методы*. 2005. Том 41. №2. С. 95-101.
6. Levner E., Meyzin L., Ptuskin A. Periodic Scheduling of a Transporting Robot under Incomplete Input Data: A Fuzzy Approach // *Fuzzy Sets and Systems*. 1998. Vol. 98. № 3. Pp. 255–266.
7. Птускин А.С., Волков А.И. Ранжирование вариантов инвестиционных проектов при неоднозначном задании ставки дисконтирования // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 3 (2). С. 340-343.

УДК 338.012

В. А. Иванюк

к.э.н., доцент департамента «Анализ данных,
принятия решений и финансовых технологий»
Финансовый университет при Правительстве РФ
г. Москва, Российская Федерация
e-mail: ivaver6@gmail.com

АНАЛИЗ ОТРАСЛЕЙ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТА

Аннотация: В работе рассмотрен анализ влияния каждой из отраслей экономики Российской Федерации на экономику страны в целом.

Ключевые слова: отраслевой анализ, декомпозиция, ОКВЭД

V.A. Ivanyuk

PhD, Associate professor, department "Data analysis,
decision-making and financial technologies "
Financial University under the Government of the Russian Federation
Moscow, Russian Federation

ANALYSIS OF INDUSTRIES OF THE PEOPLE'S ECONOMY

Abstract: The paper is analyzed the impact of the Russian Federation's economic sectors on the economy in the country as a whole

Keywords: branch analysis, decomposition, ОКВЭД

На основе данных, представленных в Russia Klems за 2017г., рассчитанных по методике И. Воскобойникова [7,8,9] проведем анализ и ранжирование отраслей экономики и рассмотрим степень влияния отраслей народного хозяйства на экономику страны в целом. Данные представлены за период с 2005 по 2014 гг. Поскольку данные выражены в единицах национальной валюты, проведем их конверсию в международный доллар[10]. Приведем методику декомпозиции, представленную в работе И. Воскобойникова [9].

Для расчетов используются временные ряды двух видов: в постоянных и в текущих ценах, индексированные по времени t и отраслям j . Таблицы содержат

следующие данные: GO_j – номинальный объем валовой продукции; GO_j^{QI} – количественный индекс реального объема валовой продукции; VA_j – номинальный валовой прибавочный продукт; Π_j – номинальные промежуточные вложения; Π_j^{QI} – количественный индекс реальных промежуточных вложений; L_j – объем труда (количество работников в отрасли). Количественный индекс реального добавленного валового продукта отрасли VA_j^{QI} рассчитывается как:

$$d \ln VA_j^{QI} \equiv \frac{1}{s_{GO_j}^{VA_j}} \left(d \ln GO_j^{QI} - s_{GO_j}^{\Pi_j} \cdot d \ln \Pi_j^{QI} \right)$$

$$s_{GO_j}^{VA_j} \quad s_{GO_j}^{\Pi_j}$$

где и

- доли вклада VA и Π в GO , соответствующие отношению

$$s_B^A \equiv \frac{A}{B}$$

Количественный индекс роста производительности труда в отрасли соответствует:

$$d \ln LP_j^{QI} \equiv d \ln VA_j^{QI} - d \ln L_j$$

Соответственно агрегированные количественные индексы имеют вид:

$$d \ln VA^{QI} = \sum_j s_{VA}^j \cdot d \ln VA_j^{QI} \quad - \text{ добавленного объема; } d \ln L^{QI} = \sum_j s_L^j \cdot d \ln L_j \quad - \text{ объема труда; } d \ln LP^{QI} \equiv d \ln VA^{QI} - d \ln L^{QI} \quad \text{производительности труда.}$$

Позволяют произвести декомпозицию по отраслям:

$$d \ln LP^{QI} = \sum_j s_{VA}^j \cdot d \ln LP_j^{QI} + \sum_j (s_{VA}^j - s_L^j) \cdot d \ln L_j$$

Приведем пример декомпозиции по отраслям [1-6]. На первом этапе проведем подготовку данных (таблица 1).

Таблица 1 Этап подготовки данных к декомпозиции отраслей.

		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ТОТ	Всего произведено	0,379	0,474	0,449	0,395	0,485	0,412	0,469	0,591	0,457	0,539	0,303	0,398	0,415	0,374	0,353	0,316
АВ	Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство. Рыболовство, рыбоводство.	0,453	0,327	0,428	0,309	0,431	0,310	0,315	0,488	0,416	0,540	0,388	0,257	0,451	0,308	0,369	0,377
С	Добыча полезных ископаемых	0,531	0,740	0,356	0,367	0,543	0,553	0,590	0,479	0,380	0,474	0,307	0,447	0,495	0,416	0,313	0,311
D	Обрабатывающие производства	0,547	0,457	0,413	0,336	0,479	0,445	0,500	0,579	0,466	0,521	0,185	0,437	0,449	0,348	0,357	0,341
E	Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	0,021	0,402	0,507	0,493	0,515	0,384	0,405	0,602	0,412	0,487	0,556	0,409	0,371	0,294	0,325	0,291
F	Строительство	0,205	0,573	0,558	0,349	0,455	0,374	0,436	0,651	0,576	0,647	0,274	0,376	0,557	0,399	0,295	0,238
G	Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	0,568	0,490	0,384	0,383	0,413	0,438	0,428	0,649	0,446	0,524	0,227	0,502	0,362	0,364	0,324	0,311
H	Гостиницы и рестораны	0,005	0,317	0,484	0,465	0,329	0,544	0,487	0,649	0,528	0,590	0,337	0,408	0,344	0,416	0,377	0,308
I	Транспорт и связь	0,237	0,386	0,505	0,467	0,479	0,403	0,451	0,593	0,396	0,559	0,351	0,338	0,417	0,386	0,369	0,286
J	Финансовая деятельность	0,675	0,649	0,804	0,628	0,402	0,407	0,609	0,710	0,504	0,567	0,432	0,260	0,364	0,491	0,439	0,360
K	Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	0,436	0,482	0,549	0,454	0,687	0,325	0,511	0,581	0,554	0,555	0,420	0,391	0,331	0,382	0,380	0,328
L	Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное страхование	0,168	0,538	0,492	0,403	0,557	0,352	0,426	0,608	0,416	0,584	0,444	0,315	0,373	0,468	0,403	0,313
M	Образование	0,068	0,435	0,221	0,644	0,292	0,378	0,469	0,598	0,469	0,549	0,452	0,403	0,372	0,344	0,395	0,270
N	Здравоохранение и предоставление социальных услуг	0,100	0,464	0,451	0,538	0,478	0,404	0,470	0,611	0,444	0,568	0,445	0,408	0,407	0,386	0,373	0,335
O	Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	0,152	0,480	0,536	0,468	0,745	0,360	0,411	0,599	0,476	0,503	0,282	0,418	0,341	0,389	0,381	0,318

На следующем этапе на основе методики декомпозиции [9] рассчитаем степень влияния каждой из отраслей на экономику страны в целом (рисунок 1).

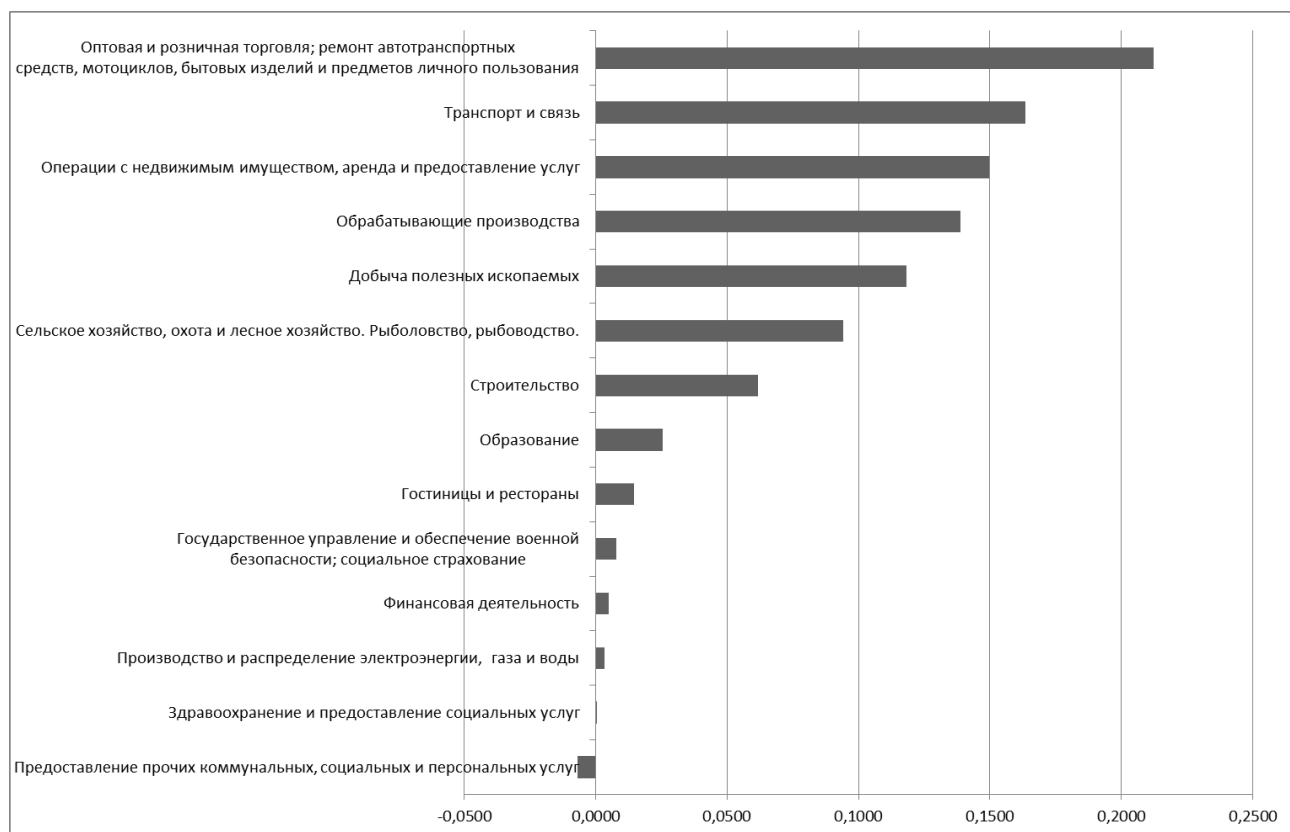


Рисунок 1 – Результат анализа влияния отраслей народного хозяйства

Таким образом, наибольший вклад в развитие экономики оказывают такие отрасли как: оптовая и розничная торговля, отрасль транспорт и связь, обрабатывающие производства и добыча полезных ископаемых.

Список использованной литературы:

1. *Bart van Ark, Mary O'Mahony, and Marcel P. Timmer* The Productivity Gap between Europe and the United States: Trends and Causes / Journal of Economic Perspectives—Volume 22, Number 1—Winter 2008—Pages 25–44.
2. *Chi-Yuan Liang, Ruei-He Jheng* An International Comparison on Total Factor Productivity Changes Total Factor Productivity Changes in ICT Industry among US, Japan, Korea and Taiwan Korea and Taiwan (1981-2010) / The Fourth World KLEMS Conference The Fourth World KLEMS Conference May 23-24, 2016
3. Economic and financial affairs. - [Электронный ресурс].- режим доступа: http://ec.europa.eu/economy_finance/db_indicators/eu_klems/2007/index_en.htm
4. *Kirsten Jäger* EU KLEMS Growth and Productivity Accounts 2016 Release, Statistical Module / The conference board Trusted Insights for Business Worldwide.- 22 December 2016
5. *Marcel P. Timmer, Robert Inklaar, Mary O'Mahony, Bart Van Ark* Economic Growth in Europe. A Comparative Industry Perspective / Cambridge University Press
6. *Timmer, Marcel P.; Inklaar, Robert and van Ark, Bart.* "Alternative Output Measurement for the U.S. Retail Trade Sector," Monthly Labor Review. US Department of Labor, 2005, 39-45
7. *Voskoboynikov, Ilya B.* "Non-Market Capital and Its Influence on the Trend of Investments in the Russian Economy." Problems of Economic Transition, 2006, 49(7), pp. 6-70.
8. *Voskoboynikov, Ilya B. and Dryabina, Elena V.* "Historical Time Series Data of Fixed Capital of the Russian Economy. Manufacturing (1970-2004). Data and Sources." SUHSE Working Paper WP2/2009/03 (in Russian), 2009
9. *Voskoboynikov, Ilya B.* Sources of Economic Growth of the Russian economy in 1995-2006. / Russia KLEMS Progress Report. Prepared for the First Harvard World KLEMS Conference August 19-20, 2010
10. The World Bank [электронный ресурс]. - режим доступа: <http://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.PPP?locations=RU>

УДК 336

А.Ю. Кузьмин

д.э.н., профессор Департамента анализа данных, принятия решений и
финансовых технологий, Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

E-mail: a_kuzmin@rambler.ru

Tel.: 8-916-2251828

УПРАВЛЕНИЕ ВАЛЮТНЫМ КУРСОМ РУБЛЯ

Аннотация: Государственные органы, что закреплено в том числе и законодательно, в состоянии активно управлять валютным курсом рубля как денежным показателем и другими компонентами валютной и денежно-кредитной политики для достижения комплексных желаемых результатов мероприятий, направленных на достижение устойчивого экономического роста, стабилизацию экономики (в том числе реального сектора), регулирование уровня инфляции и платежного баланса страны. В данной работе проанализированы кризисные состояния российского экономического рынка с помощью оценки взаимосвязи цены на нефть и курса доллара США к рублю, так как его направленность в настоящее время имеет существенную сырьевую составляющую со стороны экспорта. Результаты анализа применены к разработке рекомендаций для совершенствования процедур управления валютным курсом рубля.

Ключевые слова: российский рубль, анализ валютного кризиса, управление макроэкономикой.

A.Yu. Kuzmin,

Doctor of Economics, Professor,
the Department Of Data Analysis,

Decision-Making And Financial Technologies,

FSEIBHPE «the Financial university under the Government of the Russian
Federation», Financial University, Russian Federation

MANAGEMENT OF THE EXCHANGE RATE OF THE RUBLE

Abstract: Government authorities are in the state actively to manage the exchange rate as a monetary indicator and other components of currency and monetary policy to achieve the desired results of a complex of measures aimed at achieving sustainable economic growth, stabilizing the economy (including real sector), inflation rate and balance of payments of the country. In this paper we analyzed the crisis in the Russian economic market by estimating the relationship between oil prices and US dollar against the ruble exchange rate, as it now has a significant raw material component from the export. The results of the analysis applied to the development of recommendations to improve procedures for the management of currency exchange rate.

Keywords: Russian ruble, analysis of the currency crisis, macroeconomic management.

Валютный курс рубля, выступая в качестве параллельного или вторичного целевого ориентира проводимой экономической политики, за счет системного воздействия на другие макроэкономические переменные сам одновременно является инструментом валютной и денежно-кредитной политики. Государственные органы, что закреплено в том числе и законодательно, в состоянии активно управлять валютным курсом как денежным показателем и другими компонентами валютной и денежно-кредитной политики для достижения комплексных желаемых результатов мероприятий Правительства и Банка России, направленных на достижение устойчивого экономического роста, стабилизацию экономики (в том числе реального сектора), регулирование уровня инфляции и платежного баланса страны.

Наряду с важностью проведения долгосрочного анализа поведения валютного курса рубля в значительной степени возрастает необходимость исследования среднесрочной равновесной динамики рубля и его важнейших фундаментальных детерминант на основе изучения движения средств по счетам платежного баланса России.

В рамках разработанного авторского концептуального подхода к моделированию равновесного валютного курса на основе международных потоков (international flows equilibrium exchange rate, IFEER) [1-3] получена динамическая зависимость валютного курса рубля в представленной системе фундаментальных внутренних и внешних макроэкономических факторов с учетом фактора времени в среднесрочном плане [4, 5]:

$$e_t = k \frac{P_t}{P_t^*} Q_t^{-\theta}, \quad (1)$$

где Q_t – индекс реального совокупного выпуска (реальный ВВП);

P_t – индекс потребительских цен;

P_t^* – индекс экспортных цен;

θ – настраиваемый параметр.

Данная нелинейная многофакторная зависимость (1) станет основой для дальнейшего моделирования и анализа динамики валютного курса рубля и является результатом модели, которая учитывает в среднесрочном периоде условия торговли, движение средств по счетам платежного баланса, в том числе экспортно-импортные операции и потоки капитала с предпочтениями инвесторов.

При этом данный курс уравнивает платежный баланс и как следствие – спрос и предложение валюты на валютно-финансовом рынке России.

В условиях дальнейшей интеграции в мировую экономику и членства в ВТО происходит расширение участия нашего государства в мировой торговле. И здесь следует подчеркнуть, что динамика сырьевого экспорта в значительной степени определяет экономический рост страны. В контексте настоящей работы показательно, что проблематика существенной сырьевой составляющей российского экспорта, занимающей порядка двух третей всего экспорта, выявляется одним из базовых макроэкономических показателей – индексом фактических экспортных цен P_t^* . В представленной системе детерминант

курсообразования, как видно из формулы (1), именно он напрямую определяет (как наиболее волатильный с экономических позиций) динамику курса российского рубля благодаря достаточной стабильности по сравнению с ним остальных факторов – индекса реального совокупного выпуска Q_t и индекса потребительских цен P_t .

В процессе верификации и выработки методических рекомендаций по использованию модели была проведена настройка внутреннего коэффициента (коэффициент θ основной формулы исследований (1)). Настройка использовала метод наименьших квадратов с нормировкой исследуемых величин. При заданном коэффициенте k , равном курсу рубля в начальной точке периода, минимизировалась сумма квадратов нормированных разниц расчетного курса (1) и номинального курса $e(\text{номин})$ при условии, что индексы в начальной точке исследуемого периода $P(\text{нач})=1$, $P^*(\text{нач})=1$, $Q(\text{нач})=1$.

В качестве детерминант P и Q использовались индекс потребительских цен и индекс реального ВВП (по данным Федеральной службы государственной статистики: (URL: <http://www.gks.ru>), Краткосрочные экономические показатели. - М.: Госкомстат, 1997-2001). В качестве детерминанты P^* использовался индекс цен брент-смеси нефти на Международной Нефтяной Бирже ICE (данные информационных агентств «РБК» (URL: <http://www.rbc.ru>), «Финам» (URL: <http://www.finam.ru>), «Bloomberg»).

В период времени 1997-99 гг. в качестве номинального курса рассматривается официальный курс Центрального банка России $e(\text{офиц})$, устанавливавшийся на основе торгов на ММВБ и, таким образом, тесно связанный с межбанковским рынком. При заданном коэффициенте $k=5,83$ (официальный курс рубля в августе 1997 г. при условии, что индексы $P(\text{август})=1$, $P^*(\text{август})=1$, $Q(\text{август})=1$) минимизировалась усредненная сумма квадратов нормированных отклонений расчетного курса $e(\text{расч})$ и официального курса рубля $e(\text{офиц})$.

Официальный курс ЦБ РФ: с августа 1998 г. проводилось недельное усреднение. Цены на нефть на Лондонской Международной Нефтяной Бирже

за 08.97.-08.98. усреднялись на двухнедельной основе, за 08.98.- 03.99. усреднялись на недельной основе.

В результате численного моделирования была установлена величина параметра $\theta = 0,27$.

На рис. 1 (расчеты автора, месячные данные) представлена динамика курса официального и расчетного курса доллара США к рублю.

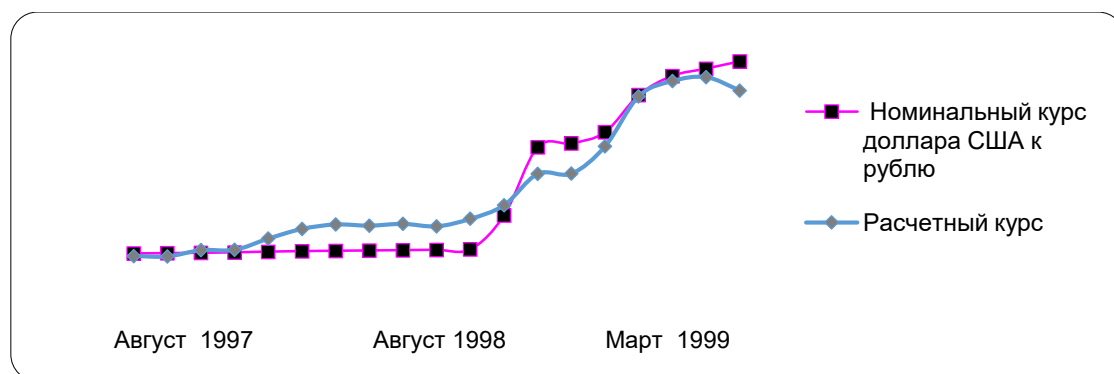


Рис. 1. Номинальный и расчетный курсы доллара США к рублю в 1997 - 1999 гг.

Таким образом, в результате проведенного анализа можно выделить главные причины падения курса рубля в августе 1997 г. - марте 1999 г.: рост потребительских цен, падение экспортных цен, падение ВВП и утечка капитала.

Здесь можно заметить, что многие аналитики используют именно индекс цен нефти в качестве определяющего фактора динамики валютного курса. Ведь, как известно на валютном рынке, ожидания чаще всего сбываются. Кроме того, падение цен нефти на международных рынках называлось в качестве одной из причин валютно-финансового кризиса 1998 г.

В период времени 2013–15 гг. в качестве номинального курса рассматривается номинальный курс доллара США к рублю на конец периода (месяц), рассчитываемый Банком России (данные Банка России (URL: <http://www.cbr.ru>)).

В результате численного эконометрического моделирования была установлена величина параметра, составившая $\theta = 0,45$ (рис. 2 расчеты автора, месячные данные).

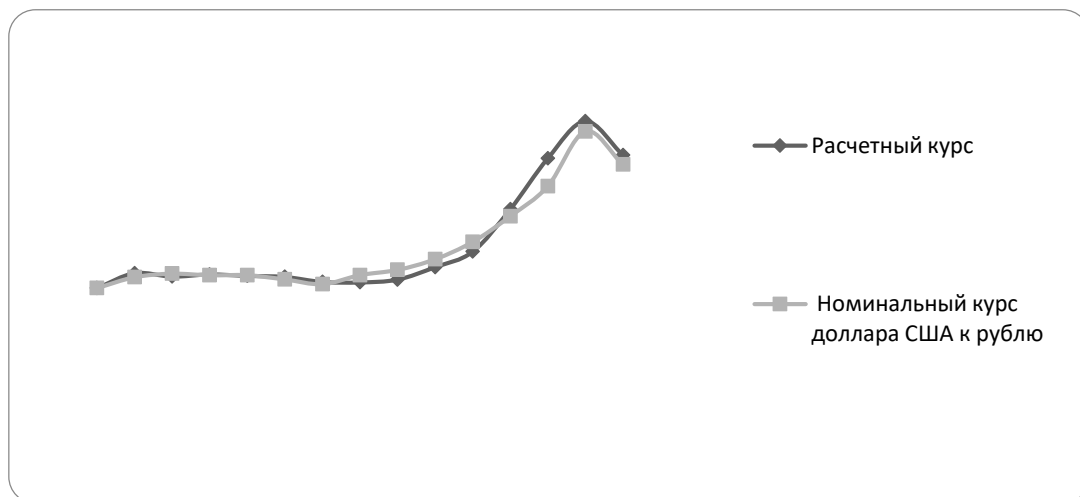


Рис. 2. Номинальный и расчетный курсы доллара США к рублю в 2013–2015 гг.

В результате проведенного анализа в рассматриваемые периоды можно выделить в качестве главной причины падения курса рубля существенное падение фактических экспортных цен нефти и прочих энергоносителей на международных рынках в результате ухудшения мировой конъюнктуры. Это обусловлено подавляющим преобладанием минерального сырья в индексе средних фактических экспортных цен. Однако надо отметить, что в данный период существенное однонаправленное влияние на результат оказал также рост потребительских цен и падение реального ВВП.

В СМИ в качестве одной из причин валютного кризиса 2014–2015 гг. также называлось падение цен нефти на международных рынках. В условиях достаточно высокой зависимости от внешнеэкономической конъюнктуры расплатой за отпускание рубля в «свободное плавание» однозначно должна стать высокая волатильность валютного курса рубля.

При должных действиях со стороны монетарных органов для удержания курса на желаемых позициях вдоль равновесного фундаментального пути политика валютных интервенций может заключаться в установлении относительно небольших колебаний номинального курса около своих

среднесрочных фундаментальных значений в пределах определенной планируемой зоны.

Простая констатация данных фактов не может говорить об адекватности сложившейся ситуации в экономике России и в условиях плавающего валютного курса такая жесткая зависимость валютного курса рубля от внешнеэкономической конъюнктуры требует пересмотра и существенной корректировки процедур управления валютным курсом рубля на российском финансовом рынке.

Это является безусловным экономическим благом в масштабах всей экономики страны. Так как чрезвычайно изменчивый и нестабильный валютный курс может приводить к серьезным изменениям в оценке инвестиций, финансовых результатов субъектов внешнеэкономической деятельности [6, 7].

Список использованной литературы:

1. Кузьмин А.Ю. Равновесие курса рубля и проблемы оптимума // Экономические стратегии. 2011. № 2. С. 104-109.
2. Kuzmin A. A Structural Model of Exchange Rate Dynamics // Review of Business and Economics Studies, Volume 2, Number 3, 2014. pp. 86-92.
3. Кузьмин А.Ю. Моделирование динамики равновесных валютных курсов: монография (Второе издание) М.: Вега-Инфо, 2016. 240 с.
4. Кузьмин А.Ю. Экономико-математическое моделирование курса рубля в условиях членства России в ВТО // Деньги и кредит. М. 2014. № 5. С. 45-49.
5. Кузьмин А.Ю. Динамика курса рубля: факторы и следствия // Экономический анализ: теория и практика. М., 2011. № 12 (219). - С. 61-68.
6. Кузьмин А.Ю. Моделирование динамики российского экспорта // Финансы и кредит. М., 2014. № 34(610). С. 26-31.
7. Кузьмин А.Ю. Процедура учета внешнеэкономических договоров, имеющих признаки хеджирования результатов производственной деятельности, в соответствии с МСФО // Международный бухгалтерский учет. 2014. № 18 (312). С. 2–9.

И.В. Орлова

к.э.н., профессор

департамента анализа данных,

принятия решений и финансовых технологий

Финансовый университет при Правительстве РФ

г. Москва, Российская Федерация

e-mail: ivorlova@fa.ru

+79152229689

РАНЖИРОВАНИЕ ФАКТОРОВ ПО СТЕПЕНИ ИХ ВЛИЯНИЯ НА РЕЗУЛЬТИРУЮЩУЮ ПЕРЕМЕННУЮ В МОДЕЛЯХ РЕГРЕССИИ

Аннотация: Данная статья посвящена рассмотрению методики отбора и ранжирования информативных факторов для регрессионного анализа в условиях мультиколлинеарности данных. Предлагается подход, основанный на методе Бэлсли.

Ключевые слова: многофакторная регрессионная модель, коэффициенты эластичности, дельта коэффициенты, мультиколлинеарность, коэффициент (индекс) обусловленности.

I.V. Orlova

Candidate of Economic Sciences, Professor

Department of Data Analysis,

decision-making and financial technologies

Financial University under the Government of the Russian Federation

Moscow, Russian Federation

e-mail: ivorlova@fa.ru

+79152229689

RANKING THE FACTORS ON THE DEGREE OF THEIR IMPACT ON RESULTING VARIABLE IN MODELS OF REGRESSION

Abstract: This article is devoted to the consideration of the methodology of selection and ranking of informative factors for regression analysis under multicollinear data conditions. An approach based on the Balsley method is proposed.

Key words: multifactorial regression model, elasticity coefficients, delta coefficients, multicollinearity, conditionation coefficient (index).

Эконометрическое моделирование используется для решения различных прикладных задач. Но, по конечным целям С.А. Айвазян выделяет две основные: “(а) прогноз экономических и социально-экономических показателей (переменных); (б) имитация различных возможных сценариев социально-экономического развития анализируемой системы, когда статистически выявленные взаимосвязи между характеристиками производства, потребления, социальной и финансовой политики и т.п. используются для прослеживания того, как планируемые (возможные) изменения тех или иных поддающихся управлению параметров производства или распределения скажутся на значениях интересующих нас «выходных» характеристик”¹⁰. При решении задач второго типа возможно использование многофакторных регрессионных моделей для выявления и ранжирования факторов по степени их влияния на результирующую переменную. Важную роль при оценке влияния факторов играют коэффициенты регрессионной модели. Однако непосредственно с их помощью нельзя сопоставить факторы по степени их влияния на зависимую переменную из-за различия единиц измерения и разной степени колеблемости. Для устранения таких различий при интерпретации применяются средние частные коэффициенты эластичности, бета-коэффициенты и дельта коэффициенты.

¹⁰ Айвазян С.А. Методы эконометрики [Текст]/С.А. Айвазян. – М.: Магистр: ИНФРА-М, 2010. —512 с.

Коэффициенты эластичности $\mathcal{E}_j = \hat{a}_j \cdot \frac{\bar{x}_j}{\bar{y}}$ позволят сравнивать факторы в процентах и могут быть вычислены не только для линейной функции. Коэффициенты эластичности показывают, на сколько процентов в среднем изменится зависимая переменная при изменении объясняющей переменной на один процент при фиксированных значениях других объясняющих переменных. По умолчанию стандартные программы, оценивающие эластичность, вычисляют ее в точках средних значений. Коэффициент эластичности не учитывает степень колеблемости факторов.

Для решения вопроса сравнения силы влияния факторов, имеющих разную степень колеблемости, используют бета-коэффициенты, или коэффициенты регрессии в стандартизованном виде: $\beta_j = \hat{a}_j \cdot \frac{S_{x_j}}{S_y}$. Бета-коэффициент показывает, на какую часть величины среднего квадратического отклонения S_y изменится зависимая переменная с изменением соответствующей независимой переменной x_j на величину своего среднеквадратического отклонения при фиксированном на постоянном уровне значении остальных независимых переменных.

Указанные коэффициенты позволяют упорядочить факторы по степени влияния факторов на зависимую переменную. Однако еще раз обратим внимание на важный момент – коэффициенты эластичности, бета-коэффициенты, как и коэффициенты регрессии могут интерпретироваться только при условии, что остальные переменные в модели регрессии неизменны, когда изменение одной переменной не приводит к изменению других переменных.

Если между регрессорами существует тесная корреляционная зависимость, то говорят о наличии частичной (нестрогой) мультиколлинеарности. При наличии мультиколлинеарности переменных по коэффициентам регрессии нельзя судить о влиянии этих переменных на

функцию¹¹. Существуют различные методы, направленные на выявление мультиколлинеарности: анализ матрицы коэффициентов парной корреляции, метод Фаррара-Глоубера¹², метод дополнительных регрессий (VIF – фактор инфляции дисперсии) и другие. Выявление мультиколлинеарности с помощью VIF реализовано в программах R и Gretl¹³.

В программе Gretl представлен ещё один метод, основанный на вычислении собственных значений и собственных векторов матрицы $X^T X$, позволяющий не только выявить мультиколлинеарность среди исходных регрессоров, но и определить переменные, которые показывают наибольшую вовлеченность в зависимости. Этот метод известен как метод Бэлсли¹⁴. В Gretl метод представлен как диагностика коллинеарности Belly-Kuhl-Welsh (BKW).

Если матрица $X^T X$ обратима, то $(X^T X)^{-1} = U \Lambda^{-1} U^T$,

¹¹ Орлова И.В., Турундаевский В.Б. Многомерный статистический анализ при исследовании экономических процессов. [Текст] Монография. — М.: МЭСИ, 2014. — С. 190.

¹² Орлова И.В., Филонова Е.С. Выбор экзогенных факторов в модель регрессии при мультиколлинеарности данных [Текст] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2015. — № 5—1. С. 108—116.

¹³ Куфель Т. Эконометрика. Решение задач с применением пакета программ Gretl. [Текст] – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 200 с.

¹⁴ Дрейпер, Норман; Смит, Гарри Прикладной регрессионный анализ, [Текст], 3-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. — 912 с.

где Λ^{-1} - матрица, обратная к диагональной матрице собственных значений матрицы $X^T X$, расположенных в порядке убывания; U – матрица, столбцами которой являются нормированные собственные векторы, то есть сумма квадратов координат каждого вектора равна 1.

Дисперсия коэффициента регрессии $\hat{\alpha}_j$ равна $Var(\hat{\alpha}_j) = \hat{\sigma}^2 (X^T X)^{-1}_{jj}$, где $\hat{\sigma}^2$ - выборочная дисперсия остатков. Вычислив диагональные элементы матрицы $U \Lambda^{-1} U^T$, получаем представление оценки дисперсии параметров регрессии в виде суммы p слагаемых

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}^{-2} Var(\hat{\alpha}_i) &= (X^T X)^{-1}_{ii} = (U \Lambda^{-1} U^T)_{ii} = \left(\frac{u_{i1}^2}{\lambda_1} + \frac{u_{i2}^2}{\lambda_2} + \dots + \frac{u_{ip}^2}{\lambda_p} \right) = \\ &= (q_{i1} + q_{i2} + \dots + q_{ip}) \sum_{l=1}^p \frac{u_{il}^2}{\lambda_l}, \end{aligned}$$

где q_{ij} - доля j -го собственного вектора в дисперсии i -го коэффициента регрессии $\hat{\alpha}_i$: $q_{ij} = \frac{u_{ij}^2}{\lambda_j} / \sum_{l=1}^p \frac{u_{il}^2}{\lambda_l}$.

Коэффициент (индекс) обусловленности η_i вычисляется по формуле:

$\eta_i = \sqrt{\lambda_{\max}} / \sqrt{\lambda_i}$, $i = 1, 2, \dots, p$, где λ_i - собственное число i -го собственного вектора матрицы $X^T X$, p – количество параметров в модели регрессии.

$$\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_i > \dots > \lambda_p.$$

Для обнаружения мультиколлинеарности признаков в программе Gretl выдается таблица (табл. 1), в которой каждому индексу обусловленности η_i соответствуют значения q_{ij} — долевые коэффициенты, которые в сумме по индексу j дают единицу. Они представляют собой части от общей величины $\hat{\sigma}^{-2} Var(\hat{\alpha}_i)$.

Таблица 1. Разложение дисперсии коэффициентов регрессии

Собственные числа матрицы $X^T X$	Индекс обусловленности	Доли дисперсии			
		x_1	x_2	...	x_{p0}
λ_1	η_1	q_{11}	q_{21}	...	q_{p1}
λ_2	η_2	q_{12}	q_{22}	...	q_{p2}
...	...	...	...	...	...
λ_p	η_p	q_{1p}	q_{2p}		q_{pp}
$\sum_{j=1}^p q_{ij} = 1$		1	1	...	1

Большие величины η_j означают, что возможно есть зависимость между признаками. Большие значения q_{ij} в соответствующих строках относятся к признакам, между которыми эта зависимость существует.

Относительно близкое к нулю λ_j приводит к большим коэффициентам обусловленности. Нулевое значение λ_j означает, что существует строгая мультиколлинеарность. Большие значения коэффициентов обусловленности свидетельствуют о наличии зависимостей; большие значения долевых коэффициентов q_{ij} внутри соответствующих строк указывают столбцы матрицы X , участвующие в зависимостях.

Отметим также, что если больших коэффициентов обусловленности больше одного, то в зависимостях могут участвовать все переменные, которые имеют большие суммарные значения коэффициентов в последних строках таблицы с большими коэффициентами обусловленности.

Выявив с помощью метода Бэлсли переменные, участвующие в зависимости, удаляем из регрессионной модели одну из этих переменных. Если обнаружена другая зависимость, не включающая переменные из первой зависимости, исключаем из модели одну из переменных второй группы и далее повторяем исследование на мультиколлинеарность.

Вопрос о том, какое значение коэффициента обусловленности считать большим, решается в каждом конкретном случае индивидуально, в зависимости

от ценности информации, её объёма, целей и задач исследования. Часто значения коэффициента обусловленности считаются большими, если они больше 10.

Избавившись от мультиколлинеарности, можно использовать полученное уравнение регрессии для оценки влияния факторов на зависимую переменную с помощью дельта - коэффициентов Δ_j : $\Delta_j = r_{y,x_j} \cdot \beta_j / R^2$, где r_{y,x_j} — коэффициент парной корреляции между фактором x_j и зависимой переменной, R^2 — коэффициент детерминации. Дельта-коэффициент показывает долю влияния фактора в суммарном влиянии всех факторов.

Таким образом, может быть решена задача выявления факторов, среди поддающихся управлению, наиболее важных с точки зрения результирующего показателя.

Список использованной литературы

1. Айвазян С.А. Методы эконометрики [Текст]/С.А. Айвазян. – М.: Магистр: ИНФРА-М, 2010. —512 с.
2. Дрейпер, Норман; Смит, Гарри Прикладной регрессионный анализ, [Текст], 3-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. — 912 с.
3. Куфель Т. Эконометрика. Решение задач с применением пакета программ Gretl. [Текст] – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 200 с.
4. Орлова И.В., Турундаевский В.Б. Многомерный статистический анализ при исследовании экономических процессов. [Текст] Монография. — М.: МЭСИ, 2014. — С. 190.
5. Орлова И.В., Филонова Е.С. Выбор экзогенных факторов в модель регрессии при мультиколлинеарности данных [Текст]// // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2015. — № 5— 1. С. 108—116.
6. Орлова И.В., Филонова Е.С. Эконометрическое моделирование финансовой эффективности предприятий, относящихся к виду

экономической деятельности «связь» // Международный бухгалтерский
учет. — 2012. — № 43. С. 22—24

УДК 330.43

М.Ю. Михалева

к.э.н., доцент Департамента анализа данных,
принятия решений и финансовых технологий
Финансовый университет при Правительстве РФ
г. Москва, Российская Федерация

E-mail: mmikhaleva@fa.ru

+79859193531

Е.С. Вандышева

Ассистент аналитика баз данных, ООО «Техноритэйл»
г. Москва, Российская Федерация

E-mail: vandyshevsk@yandex.ru

+79260783577

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАТРАТ НА НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ НА ВЫПУСК ИННОВАЦИОННЫХ ТОВАРОВ И УСЛУГ В РОССИИ

Аннотация: Исследован комплекс эконометрических моделей, объясняющих уровни выпуска инновационных товаров и услуг затратами на научные исследования и разработки и затратами на технологические инновации в регионах России. Получены оценки коэффициентов эластичности выпуска инновационных товаров и услуг.

Ключевые слова: эконометрика, выпуск инновационных товаров и услуг, затраты на научные исследования и разработки, затраты на технологические инновации, эластичность выпуска инновационных товаров и услуг.

M. Yu. Mikhaleva

Candidate of Economics, Associate Professor,
Department of Data Analysis, Decision-Making Theory and Financial
Technology

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow

E-mail: mmikhaleva@fa.ru

+79859193531

E.S. Vandysheva

Assistant of Analyst of data bases, Technoriteil Ltd.

г. Москва, Российская Федерация

E-mail: vandyshevak@yandex.ru

+79260783577

EVALUATION OF THE EFFECTS OF COSTS ON SCIENTIFIC RESEARCH AND TECHNOLOGICAL INNOVATIONS ON THE PRODUCTION OF INNOVATIVE GOODS AND SERVICES IN RUSSIA

Abstract: The complex of econometric models explaining the levels of output of innovative goods and services by the costs of research and development and the costs of technological innovation in the regions of Russia was explored. The estimates of the elasticity coefficients for the output of innovative goods and services are obtained.

Key words: econometrics, the output of innovative products and services, the costs of scientific research and development, the cost of technological innovation, the elasticity of the output of innovative products and services.

Для оценки влияния затрат на научные исследования и разработки, а также оценки влияния затрат на технологические инновации на выпуск инновационных товаров и услуг авторами исследован комплекс эконометрических моделей с лаговыми переменными:

$$\begin{cases} Y_{it} = \alpha \cdot X_{i,t-j}^{\beta_{tj}} \cdot \varepsilon_{it} \\ j = 0, 1, 2, 3 \\ t = 2009, \dots, 2015 \end{cases}, \quad (1)$$

где Y_{it} – выпуск инновационных товаров и услуг i -го региона за период t , $X_{i,t-j}$ – величина затрат i -го региона за период $t - j$, индекс j – глубина лага факторной переменной, параметр β_{tj} – коэффициент эластичности выпуска Y_{it}

по переменной $X_{i,t-j}$. Исследование проведено на основе данных Федеральной службы государственной статистики и НИУ ВШЭ [1, 2].

Полученные оценки эластичности $\tilde{\beta}_{tj}$ позволили сделать выводы о реакции выпуска инновационных товаров и услуг на прирост величины затрат на исследования и разработки, а также на прирост величины технологических инноваций.

Исследование комплекса эконометрических моделей (1) было проведено по стандартной схеме. В ходе исследования была выявлена гетероскедастичность случайных возмущений, связанная с неоднородностью региональных данных. Проверка адекватности моделей подтвердила их способность объяснять уровни выпуска инновационных товаров и услуг на основе значений затрат на технологические инновации и затрат на научные исследования и разработки.

В таблице 1 в первом столбце перечислены переменные Y_{it} выпуска инновационных товаров и услуг, в первой строке – объясняющие переменные затрат на технологические инновации комплекса моделей (1). На пересечении строки и столбца – оценка коэффициента β_{tj} эластичности переменной выпуска Y_{it} по соответствующей переменной затрат $X_{i,t-j}$, $j = 0,1,2,3$.

Таблица 1. Эластичность выпуска инновационной продукции по затратам на инновации

	$X_{i,2015}$	$X_{i,2014}$	$X_{i,2013}$	$X_{i,2012}$	$X_{i,2011}$	$X_{i,2010}$	$X_{i,2009}$	$X_{i,2008}$	$X_{i,2007}$	$X_{i,2006}$
$Y_{i,2015}$	0,74	0,91	1,12	1,13						
$Y_{i,2014}$		1,1	1,1	1,11	1,14					
$Y_{i,2013}$			1,09	1,11	1,14	1,195				
$Y_{i,2012}$				0,92	1,12	0,92	0,87			
$Y_{i,2011}$					0,88	0,88	0,84	0,595		
$Y_{i,2010}$						0,92	1,12	0,92	0,87	
$Y_{i,2009}$							1,08	1,1	0,9	0,85

В таблице 2 в первом столбце перечислены переменные Y_{it} выпуска инновационных товаров и услуг, в первой строке – объясняющие переменные

затрат на научные исследования и разработки комплекса моделей (1). На пересечении строки и столбца – оценка коэффициента β_{tj} эластичности переменной выпуска Y_{it} по соответствующей переменной затрат $X_{i,t-j}$, $j = 0,1,2,3$.

Таблица 2. Эластичность выпуска инновационной продукции по затратам на научные исследования и разработки

	$X_{i,2015}$	$X_{i,2014}$	$X_{i,2013}$	$X_{i,2012}$	$X_{i,2011}$	$X_{i,2010}$	$X_{i,2009}$	$X_{i,2008}$	$X_{i,2007}$	$X_{i,2006}$
$Y_{i,2015}$	0,80	0,79	0,81	0,76						
$Y_{i,2014}$		0,68	0,68	0,65	0,64					
$Y_{i,2013}$			0,73	0,70	0,69	0,66				
$Y_{i,2012}$				0,73	0,71	0,68	0,70			
$Y_{i,2011}$					0,62	0,60	0,60	0,62		
$Y_{i,2010}$						0,61	0,62	0,62	0,58	
$Y_{i,2009}$							0,61	0,59	0,55	0,54

Полученные после осреднения оценки эластичности сведены в табл. 3:

Таблица 3 Средняя реакция выпуска инновационных товаров и услуг в России в ответ на 1 %-изменение количества фактора инновационной активности

за период с 2009 по 2015 гг.

Факторы инновационной активности	Прирост выпуска инновационных товаров и услуг за 1 год, %
Затраты на технологические инновации	1
Затраты на научные исследования и разработки	0,66

Основные результаты и выводы проведенного исследования могут быть сформулированы следующим образом:

1. Средняя реакция выпуска инновационных товаров и услуг на увеличение затрат на технологические инновации на 1 % также составляет 1 %.

Другими словами, в среднем по регионам России увеличение затрат на технологические инновации на 1 % приводит к такому же (на 1 %) увеличению выпуска инновационных товаров и услуг. Это значит, что эффективность затрат на технологические инновации (отношение

выпуска к затратам) в российских регионах на протяжении периода с 2009 по 2015 гг. в среднем остается неизменной.

2. Средняя реакция выпуска инновационных товаров на увеличение затрат на научные исследования и разработки составляет величину менее 1 % и равна 0,66 %. Т.е., в среднем по регионам России увеличение затрат на научные исследования и разработки на 1 % приводит к увеличению выпуска инновационных товаров и услуг на величину менее 1 %. Это значит, что эффективность затрат на научные исследования и разработки (отношение выпуска к затратам) в российских регионах в течение периода 2009-2015 гг. в среднем снижается.

Список использованной литературы

1. Индикаторы инновационной деятельности 2016 [Электронный ресурс]: Статистические сборники ВШЭ. – URL: <https://www.hse.ru/primarydata/ii2016> (23.10.2017)
2. Федеральная служба государственной статистики Регионы России Социально экономические показатели [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156 (23.10.2017)

© Вандышева Е.С., 2017

© Михалева М.Ю., 2017

А.А. Кочкаров

к.ф.-м.н., доцент Департамента анализа данных,
принятия решений и финансовых технологий
Финансового Университета при Правительстве РФ,
Акционерное общество «РТИ»,
e-mail: akochkar@gmail.com

СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В СЕТЕВЫХ СРЕДАХ

Аннотация. В работе описаны некоторые элементы структурно-динамического подхода к моделированию распространения информации в сетевых средах.

Ключевые слова. Динамические графы, мемы, сетевое пространство, социальные сети, социальные группы.

A.A. Kochkarov

PhD, Associate Professor, Department of Data Analysis,
decision making and financial technologies
Financial University under the Government of the Russian Federation,
Joint Stock Company “RTI”

Structural-dynamic approach to modeling information distribution in networked environments

Annotation. The paper describes some elements of the structural-dynamic approach to the modeling of information distribution in networked environments.

Keywords. Dynamic graphs, memes, network space, social networks, social groups.

Активное использование человеком современных информационных, коммуникационных, и интернет-технологий фактически формирует его виртуальный портрет, в котором отражены многие важные интересы из различных отраслей его деятельности – от жизненного быта, финансовых возможностей, личных предпочтений до политических взглядов и профессиональных компетенций [1-3].

А специальное программное обеспечение с использованием технологий сбора данных (Data Mining) анализа больших данных (big data analytics),

машинного обучения (machine learning) формирует не только портреты отдельных людей, но и объединяет эти портреты в социальные группы с конкретными признаками [4-7].

Перечисленные технологии, объединенные термином Social Mining – как методы для поиска, обнаружения и структуризации информации в социальных сетях и социальных медиа [8], уже имеют промышленные масштабы и активно используются в различных сферах жизнедеятельности. Технологии позволяют обеспечить взаимодействие с социальными группами и конкретными ее представителями на качественно новом уровне, осуществляя адресную доставку ориентированной (персонализированной) информации. Применение таких технологий существенно меняют модели внутриобщественных коммуникаций [9-10] и требует изучение не только с позиций гуманитарных наук, но с позиций компьютерного и математического моделирования.

Современные информационные и коммуникационные технологии фактически сформировали переход от средств массовой информации к средствам индивидуальной (персонализированной) информации. К персонализированной информации следует относить информацию, которая соответствует запросам человека по тематикам, уровню сложности, и возможности «усвоения» (анализа и обработки) получаемой информации. Запрос информации человеком может формироваться в основном двумя способами. Первый способ – прямой, когда, человек самостоятельно заявляет о своих интересах. Второй способ – косвенный, когда интересы человека определяются информационно-технологической средой по анализу его действий (по поиску информации в интернете, или, по использованию различного программного обеспечения на носимых устройствах).

Основными инженерными средствами доставки персонализированной информации, как правила, является носимая персональная (мобильная) электроника (смартфоны, ноутбуки, планшетные компьютеры и т.п.), и настольные компьютеры – в меньшей степени. Каналы доставки персонализированной информации также могут быть различными. Среди

основных следует выделить социальные сети, системы мгновенного обмена сообщения (мессенджеры), контекстную рекламу (информацию). Отличительной особенностью таких каналов доставки является моментальное информирование. Носимая (мобильная) электроника с соответствующими программными приложениями фактически вынуждает человека с доставленной информацией.

Также следует отметить, что активное использование современных информационных и коммуникационных технологий позволяет составить виртуальный портрет интересов человека, а далее в автоматизированном режиме доставлять ему интересующую его информацию (включая рекламу) и, что более важно, формировать его отношение к различным событиям. Более того, персонализированность доставляемой информации и репутация источника, во многом формирует у человека – потребителя информации доверие к источнику информации, а значит и формирует устойчивое мнение в социальной группе.

В связи с этим возникает ряд важных направлений изучения явлений, вызываемых в социальных группах адресной доставкой персонализированной информации.

Первое. Определение адекватности восприятия объективной реальности на основе персонализированной информации, доставляемой человеку по современным коммуникационным каналам – социальным сетям, системы мгновенного обмена сообщения и т.п.

Второе. Определение возможности глубокого обучения базовым и/или фундаментальным знаниям на основе применения современных коммуникационных каналов – социальных сетей, систем мгновенного обмена сообщения и т.п.

Третье. Формирование основ и принципов воспитания критического отношения к персонализированной информации.

Четвертое. Определение влияния структур социальных групп в формировании общественного мнения в них.

Пятое. Формирование общественного мнения в социальных группах.

Формулировка задач в каждом из этих направлений и их последующая формализация несомненно необходимый, но не единственно возможный путь изучения перечисленных направлений. Указанные направления объединяют коммуникационные каналы, как основа взаимодействий и обмена информации в социальных группах. Поэтому в первую очередь целесообразно изучить формирование структур (сетей) коммуникационных каналов и закономерности распространения (обмена, влияния, интенсивности потоков) информации в них.

Для моделирования структур связей коммуникационных каналов наиболее оптимально подходит теория графов. Для изучения динамики связей коммуникационных каналов разумно использовать новый класс графов – динамические графы. Динамический граф, как модель динамической сети коммуникационных каналов, представляет собой последовательность «классических» графов, переход между которыми описывается различными теоретико-графовыми операциями (удаление/добавление ребра, удаление/добавление вершины, замена вершины затравкой, приоритетное присоединение вершин и ребер и т.д.). Но исследование динамики сети коммуникационных каналов само по себе не приведет к пониманию явлений в перечисленных выше направлениях. Здесь чрезвычайно полезным может оказаться понятие «устойчивого выражения - мема (meme)» как единицы информации. В работах ряда зарубежных ученых объектом исследования стало распространение мемов в онлайн-социальных сетях. Ученым удалось построить статичную модель распространения мемов. Главный вывод работы заключается в том, что на выживаемость мема почти никакого воздействия не оказывает ни тема, которую он затрагивает, ни какие-либо внешние факторы, например, новостные события. Фактически мемы и создают интенсивный информационный поток, которые и формируют мнение у отдельной социальной группы. Но статистические инструменты пока не дали ответ на вопрос, о механизмах формирования мнения. С этой точки зрения моделирование информационного взаимодействия мемов – их конкуренции, интенсивности потока, влияния на мнение отдельных людей в структурно-сложных (в смысле

динамики связей) социальных группах и должно оказаться крайне полезным. Поскольку содержание мема вторично, то их можно обозначать различными цветами вершин динамического графа. А процессы распространения и конкуренции мемов в социальных группах можно описать правилами клеточных автоматов на динамическом графе. Такое формальное описание процесса формирования общественного мнения может выявить кроме всего прочего влияние на этот процесс структуры сети коммуникационных каналов. Резюмируя, следует отметить, что выявление закономерностей процессов влияния интенсивных потоков персонализированной информации на формирование общественного мнения в социальных группах. Существование таких закономерностей предполагает их прямое и обратное применение. Прямое применение – доведение до человека и социальной группы обоснованного объективного знания скорейшим и комфортным способом. Обратное применение – выработка у социальной группы в режиме самоорганизации «сетевого иммунитета» к агрессивному формированию необъективного общественного мнения.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 16-01-00342, грант № 17-06-00577) и РГНФ (грант № 16-23-01005)

Литература.

1. Руденко П.А. Как профиль в социальных сетях позволяет банкам изучить будущего заемщика: сайт. // Forbes [Электронный ресурс] — URL: <http://www.forbes.ru/finansy/internet-i-svyaz/236259-kak-profil-v-sotsialnyh-setyah-pozvolyaet-bankam-izuchit-budushchego>.
2. Тан В., Блейк Б., Салех И. Аналитика Больших Данных и социальные сети // Открытые системы. СУБД. — 2013. — № 8. — С. 37–41.
3. Батура Т. В., Копылова Н. С., Мурзин Ф. А., Проскуряков А. В. Методы анализа данных из социальных сетей // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2013. Т. 11, вып. 3. С. 5–21.

4. Базенков Н. И., Губанов Д. А. Обзор информационных систем анализа социальных сетей / Управление большими системами. Выпуск 41. М.: ИПУ РАН, 2013. С.357-394.
5. Горчинская О. Ривкин А. Анализ данных социальных сетей // Открытые системы. — 2015. — № 3. — С. 22–23.
6. Анализ социальных сетей: методы и приложения/ Коршунов А., Белобородов И., Бузун Н. и др. // Труды Института системного программирования РАН, том 26, вып. 1, 2014, стр. 439-456.
7. Сухопаров М.Е. Методика идентификации пользователей порталов сети интернет на основе методов математической лингвистики // 05.13.19 – Методы и системы защиты информации, информационная безопасность - Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук .-Санкт-Петербург – 2015.
8. Zafarani R., Abbasi M.A., Liu H. Social Media Mining. An Introduction. Cambridge University Press, 2014.
9. Castells M. The Rise of the Network Society: The Information Age: Economy, Society, and Culture. Volume I. WILEY-BLACKWELL A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2010. 625p/
10. Коммерс П. Социальные медиа в обучении с применением ИКТ. Аналитическая записка. – М.: Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании, 2011 г. – 12с.

УДК 336

С.В. Анисимова

студентка 2-го курса магистратуры

E-mail: www.son-ka@mail.ru

+79852951341

И.Е. Денежкина

кандидат технических наук

E-mail: idenezhkina@fa.ru

+79104679817

Финансовый университет при Правительстве РФ

г. Москва, Российская Федерация

ПОСТРОЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА В АГРОБИЗНЕСЕ

Аннотация. Работа посвящена особенностям современного периода онтогенеза всех отраслей и сфер агропромышленного производства, что является необходимостью форсирования научно-технического прогресса на основе инновационных процессов, ведущих непрерывное развитие производства на базе освоения достижений науки, техники и передового опыта. В работе формируется инвестиционный портфель методом целочисленного динамического программирования, где ориентация на рынок заставляет по-новому подойти к обоснованию потребности сельских товаропроизводителей в средствах производства.

Материально-техническое обеспечение отраслей сельского хозяйства прогнозируется на основе формирующегося рынка материально-технических средств. В условиях новых экономических отношений сделан резкий переход от системы централизованного материально-технического обеспечения к свободной реализации ресурсов по ценам предприятий-поставщиков.

Ключевые слова: инновации; агробизнес; агроэкономические исследования; агроэкономические процессы; метод динамического программирования.

Construction of optimization models for the formation of an innovative project in agribusiness

Annotation. The work is devoted to the peculiarities of the modern period of ontogeny of all branches and spheres of agro-industrial production, which is the necessity of forcing scientific and technical progress on the basis of innovative processes leading the continuous development of production on the basis of mastering the achievements of science, technology and advanced experience. The investment portfolio is formed by the method of integer dynamic programming, where the orientation towards the market forces us to come up with a new approach to justifying the needs of rural commodity producers in the means of production.

The material and technical support of the branches of agriculture is projected on the basis of the emerging market of material and technical means. Under the conditions of the new economic relations, a sharp transition has been made from the system of centralized material and technical support to the free sale of resources at the prices of the supplier enterprises.

Keywords: innovation; agribusiness; agro-economic research; macroeconomic processes; dynamic programming method.

После разработки инновационных законопроектов, инновационная политика стала являться мощным рычагом, для преодоления спада в экономике, и обеспечения структурной перестройки, также перехода от стабилизации к этапу научно-технического развития и полного удовлетворения потребностей страны в разнообразной конкурентоспособной продукции.

В секторе аграрной промышленности сохраняется неблагоприятная макроэкономическая ситуация, которая существенно ограничивает условия для активизации инновационной деятельности в АПК чрезвычайно низкими

инвестиционными возможностями сельскохозяйственных товаропроизводителей [2,с.162].

В последние годы вся государственная система материально - технического обеспечения АПК преобразована в акционерные общества, которые очень медленно разворачивают маркетинговую деятельность. С одной стороны, они должны формировать свои маркетинговые планы, с другой — предприятия — производители сельскохозяйственной продукции должны прогнозировать свой относительно устойчивый платежеспособный спрос. Таким образом, при прогнозировании этих показателей на народно-хозяйственном уровне следует уделять особое внимание предприятиям — производителям сельскохозяйственной продукции, отдавать им приоритет в экономических отношениях с предприятиями—производителями материально-технических ресурсов, включая государственное регулирование[1,с.71].

По аналогии с решением этой проблемы в других странах мира рынок материальных ресурсов для отраслей сельского хозяйства следует прогнозировать и регулировать по следующим основным направлениям: долгосрочная аренда техники на принципах лизинга, льготное целевое финансирование производства сельскохозяйственных машин, разработка специальных целевых программ, льготное кредитование и др.

В настоящее время в Ставропольском крае как и в ряде регионов России действуют государственные программы поддержки сельскохозяйственных производителей.

Государственной поддержкой, направленной на приобретение сельскохозяйственной техники и оборудования для сельскохозяйственного производства, в 2014 году воспользовались около 400-х субъектов предпринимательства Ставропольского края. Субсидии предоставлялись хозяйствам через уполномоченные органы (федеральные и региональные министерства) по следующим программам[1,с.72-74]:

1. Предоставление за счет средств бюджета Ставропольского края, субсидий на возмещение части стоимости приобретенных технических средств

и оборудования в размере 30 % от стоимости приобретенных технических средств. В Ставропольском крае, в соответствии с постановлением Правительства Ставропольского края от 18 февраля 2009 г. № 38-п «Об утверждении порядка предоставления за счет средств бюджета Ставропольского края субсидий на возмещение части стоимости приобретенных технических средств и оборудования для сельскохозяйственного производства Ставропольского края». (уполномоченный орган – Минсельхоз края) [1,с.76].

2. Предоставление субсидий на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам. (Постановление Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2012 г. № 1460) «Об утверждении Правил предоставления и распределения субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях, и займам, полученным в сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативах»; приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 11 февраля 2013 г. № 53 «О реализации постановления правительства Российской Федерации от 28 декабря 2012 г. № 1460

3. Предоставление субсидий на компенсацию части расходов, связанных с уплатой первого взноса (аванса) при заключении договора лизинга оборудования, заключенного субъектом малого и среднего предпринимательства, зарегистрированным в установленном порядке и осуществляющим свою деятельность на территории Ставропольского края (До 80 % от первоначального взноса). (Постановление Правительства Ставропольского края от 17 августа 2011 г. № 331-п «Об утверждении порядка субсидирования уплаты субъектом малого и среднего предпринимательства первого взноса (аванса) при заключении договора лизинга оборудования за счёт средств бюджета Ставропольского края») [3,с.165].

4. Предоставление субсидий на возмещение части затрат субъектов малого и среднего предпринимательства, связанных с уплатой процентов по кредитам, привлечённым в российских кредитных организациях – на условиях со

финансирования из федерального и краевого бюджетов предоставляются субсидии на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях. (Постановление Правительства Ставропольского края от 16 сентября 2009 г. № 237-п «О предоставлении субсидий за счёт средств федерального бюджета и бюджета Ставропольского края на возмещение части затрат субъектов малого и среднего предпринимательства, связанных с уплатой процентов по кредитам, привлечённым в Российских кредитных организациях).

5. Предоставление субсидий из федерального бюджета производителям сельскохозяйственной техники, государственная услуга, при которой сельскохозяйственные товаропроизводители приобретают сельскохозяйственную технику Российской Федерации со скидкой не менее 15 % в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2012 года № 1432 «Об утверждении правил предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники».

Исходя из этого, сообразно к агропромышленному комплексу координационная агроэкономическая квинтэссенция инновационных процессов скооперирована с целями и задачами их онтогенеза, которые завершаются в неконденсирующемся координационно-экономическом, техническом и технологическом обновлении агропромышленного производства, направленном на его модернизации с учетом достижений науки, техники и мирового опыта. Конечной целью инновационного развития отрасли является формирование аграрной экономики инновационного типа.

Путь инновационного процесса в АПК России можно квалифицировать и определить как экстенсивный.

К примеру, итоговым индексом хода инновационного процесса интерпретируются показатели продуктивности (технологической эффективности сельскохозяйственного производства) — урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность животных. Такой анализ данных показал, что валовая продукция аграрного комплекса в соотносимых

ценах, как интегральный показатель технологической рентабельности в тенденции постоянного роста [2,с.163].

Таким образом, это явилось результатом увеличения производства на основе научно-технического прогресса. Научные анализы, массовые мониторинги научных организаций, показали, что даже при хранении таких темпов роста и в будущем увеличении инновационной динамичности вполне возможны к 2000 г., а так же на десантированный период времени, на уровне возможного производства и возможного потребления на душу населения.

В регионах быстрыми темпами стали организовываться и инициативно заработали организации научного обеспечения АПК. Данные формы научных объединений явились моделью образования в итоге агроформирований.

Таким образом, довольно резко изменилось отношение к агропромышленному комплексу, в связи с переходом к экономическим реформам в стране и коренному изменению общей политики Российской Федерации. К сожалению, аграрная реформа, поставила под удар экономическое положение сельскохозяйственных товаропроизводителей, остановила инновационное развитие, и привела к крушению научно-инновационной сферы АПК. Стоит отметить, что это падение характерно не только для одного объекта, а абсолютно для всех регионов аграрных товаропроизводителей автономно от субъекта собственности и управления.

Из всего сказанного следует очевидный вывод, что ответить на все поставленные вопросы и решить задачи выявления оптимального пути развития АПК России в 2017 году, его отраслей и предприятий представляется возможным лишь на основе прогнозных исследований. Только они могут дать необходимую информацию для принятия соответствующих решений и позволят предусмотреть возможные негативные их последствия. Необходимо осознание всеми работниками АПК того, что только через научно-технический прогресс, через активное проведение четкой инновационной политики можно выйти из затянувшегося аграрного кризиса и стабилизировать ситуацию [2,с.162-163].

В основе планирования материально-технического обеспечения находится система стратегического прогнозирования источников получения материальных ресурсов, то есть в условиях рынка оно обуславливается прогнозированием внешней среды. План снабжения любого предприятия, организации базируется на стратегических, годовых и оперативных прогнозах рынка товаров и услуг.

Количество необходимой техники можно определять разными методами, в основу которых положена нормативная или расчетная нагрузка пашни на один условный трактор и посевов культур на комбайн. Наиболее точно потребность в технике и особенно ее состав обосновывается с помощью экономико-математического моделирования. [2]

При этом следует учитывать, что создание большей части машинно-технологических служб (станций) (МТС) происходит на базе ремонтно-технических предприятий, предприятий агрохимического обслуживания и прочих организаций со слабым собственным машинно-тракторным парком. Причем, если даже в процессе создания МТС участвуют сельскохозяйственные предприятия, все что они могут ей передать - это очень изношенную технику узкоспециализированного назначения: опрыскиватели, протравливатели и пр. В отдельных случаях эти предприятия передают тракторы и комбайны, ремонт которых им самим не по силам. В итоге, технический парк создаваемых машинно-технологических станций далек от совершенства, а выделяемые на его пополнение средства составляют лишь десятые доли от потребности. Таким образом, перед МТС стоят две противоположенные задачи: с одной стороны, укомплектовать оптимальный с точки зрения своевременного выполнения сельскохозяйственных работ парк техники, с другой, затратить при этом как можно меньше средств.

В таких условиях единственным выходом является ступенчатое пополнение машинно-тракторного парка. Оптимальный его состав планируется на отдаленную перспективу, причем таким образом, чтобы технический парк МТС дополнял, а не дублировал машинно-тракторный парк хозяйств обслуживаемой зоны. На начальном же этапе в пределах имеющихся средств

формируется состав техники, обеспечивающий максимальный возврат вложенных средств, которые затем будут направлены на закупку недостающих машин.

С учетом этих факторов целесообразно применение следующей методики оптимизации машинно-тракторного парка (МТП) МТС: На первом этапе определяем оптимальный состав машинно-тракторного парка района в целом на дальнюю перспективу методом стохастического моделирования и выявляем целесообразность создания МТС. На втором этапе методом целочисленного динамического программирования обосновываем минимальный объем покупки машинно-технологической службой техники (в пределах имеющихся средств и потребности района) который обеспечивает максимальный ежегодный экономический эффект. В завершении (на третьем этапе), когда объемы работ МТС стабилизируются, определяем оптимальный состав МТП собственно для конкретной службы, причем стандартными методами линейного моделирования. [1,с.77].

Целочисленное динамическое программирование доукомплектования машинно-тракторного парка самой машинно-технологической станции (службы) проведено с помощью пакета электронных таблиц Microsoft Excel. **Задача целочисленного программирования является частным случаем общей задачи динамического моделирования**, которая по своей сути является описанием многошагового процесса принятия решений. Собственно задачу динамического программирования можно сформулировать следующим образом:

имеется некоторое количество ресурса x , которое можно использовать N различными способами. Если обозначить через x_i - количество ресурсов, используемое i -м способом, то каждому способу сопоставляется функция полезности $\varphi_i(x_i)$, выражающая «доход» от этого способа. Предполагается что все «доходы» измеряются в одинаковых единицах, и общий «доход» равен сумме «доходов», полученных от использования каждого способом [6,с.164].

В математической форме задача формулируется следующим образом.

Требуется найти общий «доход» от использования ресурсов всеми способами:

$$\text{Max} \{ \varphi_1(x_1) + \varphi_2(x_2) + \dots + \varphi_n(x_n) \}$$

при условиях:

1. $x_1 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$ (выделяемые количества ресурсов неотрицательны).
2. $x_1 + x_2 + \dots + x_n = X$ (общее количество ресурсов равно x).
3. $k_{vi} < KV, i=1 \dots n$ (количество техники каждого не превышает KV).
4. $f_k(x) / (\max \{ \varphi_1(x_1) + \varphi_2(x_2) + \dots + \varphi_n(x_n) \}) * 100 \leq R, \%$ - Максимальный процент расходов на вид техники от общей суммы инвестиций [4, с.164].

Для решения задачи динамического программирования обычно строятся рекуррентные соотношения:

$$f_1(x) = \max \{ \varphi_1(x_1) \}, \quad (3.10)$$

$$0 \leq x_1 \leq X$$

$$f_k(x) = \max \{ \varphi_k(x_k) + f_{k-1}(x - x_k) \}. \quad (3.11)$$

$$k = 2, 3, \dots, N.$$

с помощью которых и находится ее решение.

В MS Excel они записываются с помощью функции МАКС, кроме последнего, которое задается через надстройку «Поиск решения» как целевая функция с максимальным искомым значением. Кроме рекуррентных соотношений в меню «Поиск решения» задаются ограничения или условия, которым должны отвечать переменные: быть больше нуля, быть целыми, стоимость купленной техники не должна быть больше выделяемой суммы. Далее устанавливаются параметры: максимальное время, число итераций, погрешность и другие (в случае надобности). [5, с.139-142].

В соответствии с этими методическими подходами была решена задача нахождения оптимального распределения средств при покупке новой техники. В качестве целевой функции взят максимум годового дохода.

Решение задачи:

Виды техники	Годовой доход	Рекуррентные соотношения	Кол-во ед	Стоимость единицы	Общая стоимость	Годовой доход вида	% от общей суммы
Изд 1	357 000	357 000	1	4 490 000	4 490 000	357 000	23%
Изд 2	285 000	642 000	1	3 620 000	3 620 000	285 000	18%
Изд 3	102 476	642 000	0	1 786 600	0	0	0%
Изд 4	139 076	1 059 229	3	1 693 000	5 079 000	417 229	25%
Изд 5	100 784	1 059 229	0	1 400 000	0	0	0%
Изд 6	72 344	1 276 260	3	960 000	2 880 000	217 031	14%
Изд 7	77 726	1 431 712	2	907 865	1 815 729	155 452	9%
Изд 8	120 000	1 431 712	0	3 200 000	0	0	0%
Изд 9	70 000	1 431 712	0	2 000 000	0	0	0%
Изд 10	80 000	1 511 712	1	2 066 265	2 066 265	80 000	10%
Всего		1 511 712	11		19 950 994	1 511 712	100%

В результате решения получилось, что машинно-технологической станцией необходимо закупить на общую сумм 19 950 994 руб. (при сумме инвестиций 20 000 000 руб.):

Таблица 2

Показатели	Марка трактора или сельхозмашины					
	К-744 P1	К-700А	Т-150К	МТЗ-102	МТЗ-82.1	NIVA EFFECT
Переменные	x1	x2	x4	x6	x7	x10
Стоимость одной ед. руб.	4 490 000	3 620 000	1 693 000	960 000	907 865	2 066 265
Стоимость всех покупаемых ед. руб.	4 490 000	3 620 000	5 079 000	2 880 000	1 815 729	2 066 265
Количество покупаемых ед.	1	1	3	3	2	1
Значение рекуррентных соотношений	357 000	642 000	1 059 229	1 276 260	1 431 712	1 511 712

В результате такого распределения выделяемых средств годовой доход составит 1 511 712 руб., то есть вложенные средства окупятся через 13 лет без учета процентов за кредиты и уровня инфляции. При необходимости задача может быть дополнена ограничениями по минимальному объему закупки различных видов техники (допустим комбайнов); могут быть добавлены переменные по закупке шлейфа сельскохозяйственных машин к тракторам и комбайнам.

Список использованной литературы:

1. ОПТИМИЗАЦИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЯ В НОВЫХ УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ // Анисимова С.В., Денежкина И.Е. Вестник Финансового университета. 2016. Т. 20. № 6 (96). С. 71-77.
2. РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКИ Анисимова С.В. // В сборнике: Экономическая наука-основополагающая дисциплина всеобщего развития Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. Западно-Сибирский научный центр. 2017. С. 161-163.
3. ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЯ // Анисимова С.В., Денежкина И.Е. Современная математика и концепции инновационного математического образования. 2017. Т. 4. № 1. С. 165-170.
4. THE AGRARIAN STRUCTURE OF INTERNATIONAL MARKETS IN 2014-2017 Anisimova S.V., Denezhkina I.E // В сборнике: Экономическая наука-основополагающая дисциплина всеобщего развития Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. Западно-Сибирский научный центр. 2017. С. 164-166.
5. Гатаулин А.М. Необходимость системности в информационном обеспечении управления АПК // Математические методы, модели и информационные технологии в АПК (Немчиновские чтения): Труды НАЭКОР. Вып. 15. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – С. 139–143.
6. Кликич Л.М., Петрова А.П. Модели устойчивого развития сельских территорий: особенности и возможности // Устойчивое развитие сельских территорий Республики Башкортостан / под ред. У.Г. Гусманова, Л.М. Кликич. – Уфа: БГАУ, 2009. – 164 с.

Приложение 1. Результаты решения задачи целочисленного динамического программирования

Показатели	Марка трактора или сельхозмашины										Сумма фактическая	Сумма выделяемая
	К-744 P1	К-700A	T-4A	T-150K	T-75M	MT3-102	MT3-82.1	он 1500	Енисей 1200	NIV A EFFE CT		
Переменные	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10		
Стоимость 1 ед. руб.	4 490 000	3 620 000	1 786 600	1 693 000	1 400 000	960 000	907 865	3 200 000	2 000 000	2 066 265	19 950 994	20 000 000
Стоимость всех ед. руб.	4 490 000	3 620 000	0	5 079 000	0	2 880 000	1 815 729	0	0	2 066 265		
Ко-во единиц	1	1	0	3	0	3	2	0	0	1		
Доход за час работы, руб.	210	190	114	99	96	60	65	480	280	320		
Годовая выработка в часах	1 700	1 500	900	1 400	1 050	1 200	1 200	250	250	250		
Годовой доход	357 000	285 000	102 476	139 076	100 784	72 344	77 726	120 000	70 000	80 000		
Значение рекуррентных соотношений	357 000	642 000	642 000	1 059 229	1 059 229	1 276 260	1 431 712	1 431 712	1 431 712	1 511 712		

В.А. Бывшев

д. т. н, профессор

департамента анализа данных, принятие решений и финансовых технологий.

Финансовый университет при

Правительстве Российской Федерации

E-mail: VByvshev@mail.ru

СУЩЕСТВУЕТ ЛИ АЛЬТЕРНАТИВА «МЯГКИМ ВЫЧИСЛЕНИЯМ» В ЭКОНОМИКЕ И ФИНАНСАХ?

Аннотация. Сопоставляются два подхода к оценке неопределённости результатов финансово-экономических расчётов, порождённой неопределённостью исходной информации. Первый подход базируется на восходящей к Гауссу классической теории ошибок¹⁵, второй, популярный в настоящее время подход основан на теории нечётких множеств и мягких вычислений Л. Заде¹⁶.

Сделан вывод, что при проведении финансово-экономических расчётов в ситуации неопределённости не стоит игнорировать подход классической теории ошибок, доставляющий в рамках весьма необременительной вероятностной модели элегантные, проверенные вековой практикой и лёгкие для интерпретации результаты.

Ключевые слова. Мягкие вычисления, нечёткое множество, мера неопределённости исходной информации, теория ошибок, вероятностная модель.

Viktor A. Byvshev Doctor Hab. (Technical Sciences), PhD (Technical Sciences), Professor of department of the analysis of data, decision-making and

¹⁵ Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок. М., «Мир», 1985.

¹⁶ Zadeh, Lotfi A., "Fuzzy Logic, Neural Networks, and Soft Computing", Communications of the ASM, the March 1994, Vol. 37 No. 3, pages 77 - 84.

financial technologies. The Financial University under the Government of the Russian Federation

Abstract. Two approaches to an estimation of uncertainty of results of the financial calculations, are compared by the generated uncertainty of the initial information. The first approach is based on going back to Gauss the classical theory of the errors, the second approach popular now is based on the theory of indistinct sets and L.Zade's soft calculations. The conclusion is drawn, that at carrying out of financial and economic calculations in an uncertainty situation it is not necessary to ignore the approach of the classical theory of the errors, delivering within the limits of rather easy likelihood model elegant, checked up by century practice and lungs for interpretation results.

Keywords. Soft calculations, indistinct set, measure of uncertainty of the initial information, the theory of errors, likelihood model.

1. Пример задачи финансовых вычислений в условиях неопределённости, обозначения, предпосылки и решение подходом «мягких вычислений»

Задача финансовых вычислений, решение которой будем использовать для сопоставления упомянутых выше подходов, носит учебный характер, однако её условия и решение позволяет отчётливо проследить все особенности обоих подходов. Вот формулировка данной задачи¹⁷ (назовём её задачей дилера). «Дилер купил 1000 единиц товара по цене \$150 за штуку. Он хочет продать **около** 40% приобретённых товаров с наценкой, составляющей **примерно** 25%. По какой цене нужно продавать остальной товар, чтобы в итоге прибыль составила **примерно** 40%?». В данной формулировке жирным шрифтом выделены те элементы условия задачи, которые отражают неопределённость.

Введём следующие обозначения: 1) $N = 1000$ – количество купленных единиц товара по цене $p_o = \$150$ за штуку; 2) $\tilde{q} \approx 40\% = 0,40$ – примерная доля количества N купленных единиц товара, которые дилер хочет продать с примерной наценкой $\tilde{e}x \approx 25\% = 0,25$; 3) $\tilde{r} \approx 40\% = 0,40$ – примерная прибыль

¹⁷ Е.С. Волкова, В.Б. Гисин Нечёткие множества и мягкие вычисления в экономике и финансах; Учебное пособие для подготовки бакалавров и магистров. М.: Финуниверситет, 2014, с. 59.

(точнее, доходность), которую желает получить дилер; 4) $\tilde{p}$ – искомая цена продажи остальных единиц купленного товара, при которой дилер получит желаемую доходность $\tilde{r}$. По традиции, принятой в теории ошибок, эконометрике и математической статистике, волна над соответствующим символом означает приближённый характер данной величины.

Используя введённые обозначения, опишем задачу дилера математическим языком. Обозначим символом $\tilde{Y}$ доход дилера, и этот доход, очевидно, определяется по правилу

$$\tilde{Y} = N \cdot \tilde{q} \cdot (1 + \tilde{e}\tilde{x}) \cdot p_o + (N - N \cdot \tilde{q}) \cdot \tilde{p}. \quad (1)$$

Символом C обозначим затраты дилера, уровень которых точно известен: $C = N \cdot p_o$. Тогда доходность $\tilde{r}$ данной операции, которую желает получить дилер, следующим образом связана с его доходом и затратами:

$$\tilde{r} = \frac{\tilde{Y} - C}{C} = \frac{N \cdot \tilde{q} \cdot (1 + \tilde{e}\tilde{x}) \cdot p_o + (N - N \cdot \tilde{q}) \cdot \tilde{p}}{N \cdot p_o}. \quad (2)$$

Равенство (2) является уравнением относительно величины $\tilde{p}$, и это уравнение можно переписать так¹⁸:

$$N \cdot \tilde{q} \cdot p_o \cdot \tilde{e}\tilde{x} + (N - N \cdot \tilde{q}) \cdot (\tilde{p} - p_o) = N \cdot p_o \cdot \tilde{r}. \quad (2)'$$

Обсудим вид решения уравнения (2)', полученного¹⁹ методом мягких вычислений. Согласно этому методу, неопределённые величины $\tilde{q}$, $\tilde{e}\tilde{x}$, $\tilde{r}$ трактуются как следующие нечёткие треугольные числа:

$$\tilde{q} = \langle 0,3; 0,4; 0,5 \rangle, \quad \tilde{e}\tilde{x} = \langle 0,15; 0,25; 0,35 \rangle, \quad \tilde{r} = \langle 0,35; 0,40; 0,45 \rangle. \quad (3)$$

Напомним²⁰, что любое нечёткое треугольное число $A = \langle a_1, a, a_2 \rangle$ имеет ограниченный носитель $[a_1, a_2]$, единственное модальное значение $a \in (a_1, a_2)$ и определяющую это нечёткое число функцию принадлежности:

¹⁸ Е.С. Волкова, В.Б. Гисин Нечёткие множества и мягкие вычисления в экономике и финансах; Учебное пособие для подготовки бакалавров и магистров. М.: Финуниверситет, 2014, с. 59.

¹⁹ Е.С. Волкова, В.Б. Гисин, с. 59.

²⁰ Е.С. Волкова, В.Б. Гисин, с. 40.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \notin [a_1, a_2] \\ \frac{x-a_1}{a-a_1}, & \text{если } x \in [a_1, a] \\ \frac{x-a_2}{a-a_2}, & \text{если } x \in [a, a_2] \end{cases} \quad (4)$$

График функции (4) представлен на следующем рисунке.

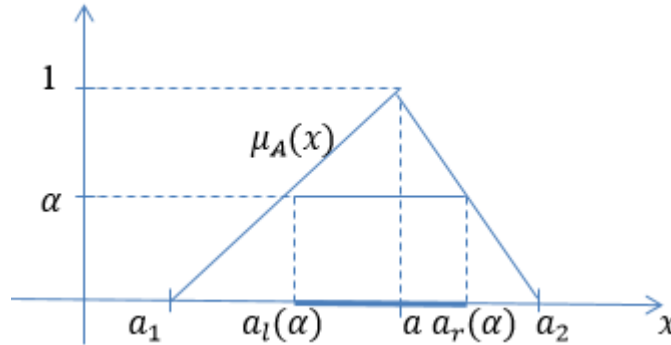


Рис. 1. График функции принадлежности нечёткого треугольного числа A

Отметим, что областью определения функции принадлежности $\mu_A(x)$ нечёткого числа A служит всё множество действительных чисел R , областью её изменения является промежуток $[0,1]$, а значение $\mu_A(x)$ в точке $x \in R$ имеет смысл **оценки истинности утверждения** « $x \in A$ ». (Можно встретить²¹ и такую трактовку значения $\mu_A(x)$ в точке $x \in R$: «За вхождение точки x в множество A $\mu_A(x)$ шансов, за не вхождение $(1 - \mu_A(x))$ шансов»). Так, например, функция принадлежности нечёткого числа $\tilde{q} = \langle 0,3; 0,4; 0,5 \rangle$ имеет уравнение

$$\mu_{\tilde{q}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \notin [0,3, 0,5] \\ \frac{x-0,3}{0,4-0,3}, & \text{если } x \in [0,3, 0,4] \\ \frac{x-0,5}{0,4-0,5}, & \text{если } x \in [0,4, 0,5] \end{cases} \quad (4)'$$

Максимальное значение, равное 1, эта функция достигает в единственной точке $x = a = 0,4$, которая (точка) именуется *модой* (*модальным значением*) нечёткого числа $\tilde{q}$. Уравнение (4)' означает, что реально областью возможных значений неопределённой переменной $\tilde{q}$ служит сегмент $[0,3, 0,5]$.

²¹ Орлов А. И., Луценко Е.В. Системная нечёткая интервальная математика. Краснодар, КубГАУ, 2014,

Добавим, наконец, что α -срезом (или α -сечением) нечёткого числа A называется²² принадлежащий носителю замкнутый промежуток $[a_l(\alpha), a_r(\alpha)]$, на котором значения функции принадлежности удовлетворяют неравенству

$$\mu_A(x) \geq \alpha, \text{ где } 0 < \alpha \leq 1. \quad (5)$$

Множество $[a_l(\alpha), a_r(\alpha)]$, показанное на рис. 1, принято обозначать символом A^α . Таким образом, согласно (3) носителем (фактически, множеством возможных значений) нечёткого треугольного числа $\tilde{q}$ служит отрезок $[0,3, 0,5]$, носителем нечёткого треугольного числа $\tilde{e}x$ служит отрезок $[0,15, 0,35]$, носителем нечёткого треугольного числа $\tilde{r}$ служит отрезок $[0,35, 0,45]$. В свою очередь, модальные значения данных чисел совпадают с центрами соответствующих носителей.

Решением данной задачи методом мягких вычислений является **нечёткое число** $\tilde{p}$, α -срез которого $\tilde{p}^\alpha = [p_1(\alpha), p_2(\alpha)]$ имеет следующие границы²³:

$$\begin{aligned} p_1(\alpha) &= 150 + 150 \cdot \frac{0,35+0,05 \cdot \alpha - (0,3+0,1 \cdot \alpha) \cdot (0,35-0,1 \cdot \alpha)}{0,7-0,1 \cdot \alpha}, \\ p_2(\alpha) &= 150 + 150 \cdot \frac{0,45+0,05 \cdot \alpha - (0,5-0,1 \cdot \alpha) \cdot (0,15+0,1 \cdot \alpha)}{0,7-0,1 \cdot \alpha}. \end{aligned} \quad (6)$$

Для наглядности проведём расчёт по правилам (6) границ множеств $\tilde{p}^\alpha$ и результаты соберём в следующую таблицу.

Таблица 1. Границы α – срезов мягкого решения задачи дилера

α	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$p_1(\alpha)$	202,5	204,3	206,1	208,1	210,1	212,3	214,6	217,0	219,5	222,2	225,0
$p_2(\alpha)$	230,4	231,9	233,5	235,2	237,0	238,8	240,8	243,0	245,2	247,5	250,0

Проинтерпретируем величины из таблицы 1. Зададимся каким-либо значением α , скажем, $\alpha = 0,6$. Тогда **оценка истинности утверждения** «Цена x , по которой дилер должен продавать товар, принадлежит промежутку $[214,6, 240,8]$ » удовлетворяет неравенству $\mu_{\tilde{p}}(x) \geq 0,6$.

Именно при помощи α – срезов в методе мягких вычислений описывается неопределённость искомого решения, порождённая неопределённостью

²² Е.С. Волкова, В.Б. Гисин, с. 11.

²³ Е.С. Волкова, В.Б. Гисин, с. 59.

исходной информации (в данной задаче неопределённость цены $\tilde{p}$, порождённая неопределённостью величин $\tilde{q}$, $\tilde{e\tilde{x}}$, $\tilde{r}$).

Теперь найдём решение задачи дилера методом классической теории ошибок.

2. Решение задачи дилера методом классической теории ошибок

Обратимся к уравнению (4)' и разрешим его относительно искомой цены $\tilde{p}$ (это возможно, если $\tilde{q} < 1$), в итоге получим

$$\tilde{p} = \frac{p_0 \cdot (1 + \tilde{r} - \tilde{q} \cdot (1 + \tilde{e\tilde{x}}))}{1 - \tilde{q}} = \varphi(\tilde{q}, \tilde{e\tilde{x}}, \tilde{r}). \quad (7)$$

Выражение (7) означает, что величина $\tilde{p}$ является функцией аргументов $\tilde{q}$, $\tilde{e\tilde{x}}$, $\tilde{r}$, и неопределённость этих аргументов генерирует неопределённость величины $\tilde{p}$. В теории ошибок такая ситуация именуется схемой косвенных измерений²⁴ (говорят, что величина $\tilde{p}$ измеряется косвенно).

Погрузим неопределённые величины $\tilde{q}$, $\tilde{e\tilde{x}}$, $\tilde{r}$ в следующую вероятностную модель. Величины $\tilde{q}$, $\tilde{e\tilde{x}}$, $\tilde{r}$ будем интерпретировать как *независимые случайные переменные*, каждая из которых имеет *треугольное распределение* (распределение Симпсона) на промежутках, которые совпадают с соответствующими носителями величин $\tilde{q}$, $\tilde{e\tilde{x}}$, $\tilde{r}$ в их интерпретации (3) как треугольных нечётких чисел. В рамках этой вероятностной модели вычисленная по правилу (7) искомая неопределённая величина $\tilde{p}$ тоже интерпретируется как случайная переменная, и мерой её неопределённости **теперь будет служить ср. кв. отклонение $\sigma_{\tilde{p}}$** .

Напомним, что непрерывная случайная переменная Δ распределена по треугольному закону (закону Симпсона) на сегменте $[a - l, a + l]$, если плотность вероятности этой переменной имеет уравнение

$$f_{\Delta}(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \notin [a - l, a + l] \\ \frac{x - a + l}{l^2}, & \text{если } x \in [a - l, a] \\ \frac{l - x + a}{l^2}, & \text{если } x \in [a, a + l]. \end{cases} \quad (8)$$

²⁴ Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок. М., «Мир», 1985, с.33.

График функции (8) представлен на рисунке 2. Добавим, что основные количественные характеристики случайной переменной Δ , распределённой по закону (8), соответственно равны:

$$E(\Delta) = a, \quad Var(\Delta) = \sigma_{\Delta}^2 = l^2/6. \quad (9)$$

Отметим также, что вероятность случайного события

$$\{\Delta \in [a - \sigma_{\Delta}, a + \sigma_{\Delta}]\} = \{a - \sigma_{\Delta} \leq \Delta \leq a + \sigma_{\Delta}\}$$

равна **0,66**. Добавим, что тот факт, что случайная переменная Δ распределена по закону (8), будем обозначать так:

$$\Delta \in S[a - l, a + l]. \quad (10)$$

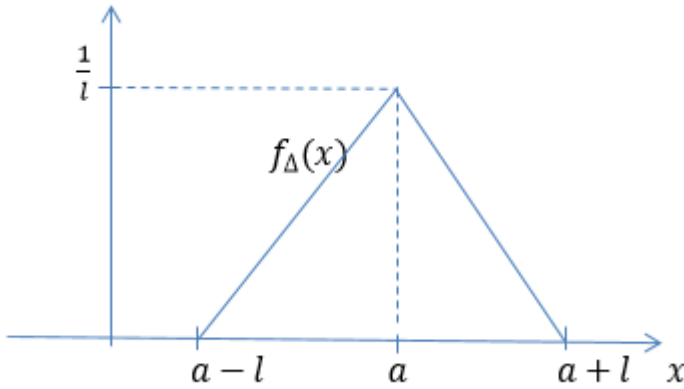


Рис 2. График плотности вероятности распределения Симпсона

Сопоставим график функции (8) с графиком функции принадлежности нечёткого треугольного числа (рис. 1). Констатируем идентичность этих графиков. Так, например, в интерпретации, что $\tilde{q} = \langle 0,3; 0,4; 0,5 \rangle$ - это нечёткое треугольное число с носителем $[0,3, 0,5]$, константа $a = 0,4$ является модой данного нечёткого числа. В интерпретации же, что $\tilde{q} \in S[0,3, 0,5]$, константа $a = 0,4$ имеет смысл ожидаемого значения случайной переменной $\tilde{q}$. На практике, отличие этих понятий вряд ли ощутимо.

Очень и очень важно, что в рамках модели (интерпретации) $\tilde{q} \in S[0,3, 0,5]$ мерой неопределённости величины $\tilde{q}$ служит её ср. кв. отклонение

$$\sigma_{\tilde{q}} =$$

$$\frac{l}{\sqrt{6}} = \frac{0,1}{\sqrt{6}} = 0,041.$$

Итак, в рамках принятой для аргументов $\tilde{q}$, $\tilde{e}\tilde{x}$, $\tilde{r}$ функции (7) вероятностной модели

$$\tilde{q} \in S[0,3,0,5], \quad \tilde{ex} \in S[0,15,0,35], \quad \tilde{r} \in S[0,35,0,45], \quad (11)$$

известны основные количественные характеристики величин $\tilde{q}$, $\tilde{ex}$, $\tilde{r}$:

$$E(\tilde{q}) = q = 0,4, \quad \sigma_{\tilde{q}} = 0,041; \quad E(\tilde{ex}) = ex = 0,25, \quad \sigma_{\tilde{ex}} = 0,041; \quad E(\tilde{r}) = r = 0,4, \quad \sigma_{\tilde{r}} = 0,02. \quad (12)$$

Этих характеристик достаточно, чтобы, как это принято в теории ошибок, рассуждая в дифференциалах²⁵, определить основные количественные характеристики искомой величины $\tilde{p}$. Действительно, в окрестности точки $(q, ex, r) = (0,4, 0,25, 0,4)$ разложим функцию (7) в ряд Тейлора, ограничиваясь линейными членами:

$$\tilde{p} \approx \varphi(q, ex, r) + \frac{\partial \varphi}{\partial \tilde{q}} \cdot (\tilde{q} - q) + \frac{\partial \varphi}{\partial \tilde{ex}} \cdot (\tilde{ex} - ex) + \frac{\partial \varphi}{\partial \tilde{r}} \cdot (\tilde{r} - r). \quad (13)$$

Вычислим константы $\varphi(q, ex, r)$, $\frac{\partial \varphi}{\partial \tilde{q}}$, $\frac{\partial \varphi}{\partial \tilde{ex}}$, $\frac{\partial \varphi}{\partial \tilde{r}}$:

$$\varphi(q, ex, r) = 225; \quad \frac{\partial \varphi}{\partial \tilde{q}} = 62,5; \quad \frac{\partial \varphi}{\partial \tilde{ex}} = -100; \quad \frac{\partial \varphi}{\partial \tilde{r}} = 250. \quad (14)$$

С учётом (12) и (13) находим по правилу теории ошибок²⁶ основные количественные характеристики величины $\tilde{p}$:

$$E(\tilde{p}) \approx \varphi(q, ex, r) = 225; \\ \sigma_{\tilde{p}}^2 = \left(\frac{\partial \varphi}{\partial \tilde{q}}\right)^2 \cdot \sigma_{\tilde{q}}^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial \tilde{ex}}\right)^2 \cdot \sigma_{\tilde{ex}}^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial \tilde{r}}\right)^2 \cdot \sigma_{\tilde{r}}^2 = 48,4. \quad (15)$$

Следовательно, ожидаемое значение $E(\tilde{p})$ неопределённой величины $\tilde{p}$ равно \$225, мера её неопределённости $\sigma_{\tilde{p}} \approx \7 . В силу равенства (13) и Центральной предельной теоремы теории вероятностей закон распределения случайной переменной $\tilde{p}$ будет близок к нормальному закону распределения. По этой причине случайное событие

$$\{\tilde{p} \in [225 - \sigma_{\tilde{p}}, 225 + \sigma_{\tilde{p}}]\} = \{218 \leq \tilde{p} \leq 232\} \quad (16)$$

²⁵ Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок. М., «Мир», 1985, с. 80.

²⁶ Тейлор Дж., с. 135.

имеет вероятность, примерно равную **0,68**. С учётом данного факта решение задачи дилера подходом классической теории запишем по традиции²⁷ так

$$\tilde{p} = 225 \pm 7. \quad (16)'$$

Полезно сопоставить решение (16)' с представленным в таблице 1 решением данной задачи подходом мягких вычислений. Видно, что эти решения не противоречат друг другу, хотя идентичными их не назовёшь. Видно также и то, что решение (16)' элегантнее и лучше интерпретируется. Этот вывод остаётся справедливым и в общем случае, в чём можно убедиться, анализируя, например, решение²⁸ задачи об оценке неопределённости внутренней нормы доходности инвестиционных проектов.

3. Выводы

1. При проведении финансово-экономических расчётов в условиях неопределённости разумно использовать как подход классической теории ошибок, в котором реализуется та или иная вероятностная модель, так и подход мягких вычислений, базирующийся на концепции нечётких множеств.

2. Вероятностная модель, лежащая в основании подхода классической теории ошибок, не представляется более искусственной и тяжеловесной, чем модель функции принадлежности, на которой базируются мягкие вычисления.

Литература

1. Е.С. Волкова, В.Б. Гисин Нечёткие множества и мягкие вычисления в экономике и финансах. Учебное пособие для подготовки бакалавров и магистров. М.: Финуниверситет, 2014.

2. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок. М., «Мир», 1985.

3. Орлов А. И., Луценко Е.В. Системная нечёткая интервальная математика. Краснодар, КубГАУ, 2014, 600 с.

4. Бывшев В.А., Михалева М.Ю. Моделирование интервала неопределённости внутренней нормы доходности инвестиционного проекта. Финансовая аналитика. Проблемы и решения. М., 2012, №10, с. 24-28.

²⁷ Тейлор Дж, с. 139.

²⁸ Бывшев В.А., Михалева М.Ю. Моделирование интервала неопределённости внутренней нормы доходности инвестиционного проекта. Финансовая аналитика. Проблемы и решения. М., 2012, №10, с. 24-28.

УДК 330.43

Д.О. Афанасьев

аспирант департамента анализа данных, принятия решений и финансовых технологий Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва
dmafanasyev@gmail.com

Е.А. Федорова

д.э.н, профессор кафедры финансового менеджмента
Финансовый университет при Правительстве РФ,
Москва профессор департамента финансов
ecolena@mail.ru

КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕНЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАССА МОДЕЛЕЙ SCARX

Аннотация . Выполнена апробация класса моделей SCARX (авторегрессия с сезонной компонентой и экзогенными факторами) на двух ценовых зонах российского рынка электроэнергии для краткосрочного прогнозирования цены. Проведено сравнение SCARX на базе вейвлет-сглаживания (SCARX-W) и фильтра Ходрика-Прескотта (SCARX-HP) с ARX и наивным подходом с использованием средневзвешенных недельных и дневных ошибок, а также теста Диболда-Мариано (DM). Для проверки качества модели рассмотрен продолжительный период в 104 недели. Показано, что на российском рынке SCARX-W позволяет получить более высокую точность средненедельного прогноза, чем SCARXHP и ARX. Эти же результаты подтверждаются формальным DM-тестом, выполненным для каждого отдельного часа суток. Обозначена перспектива применения класса моделей SCARX совместно с различными методами комбинирования прогнозов.

Ключевые слова: прогнозирование цены электроэнергии, авторегрессия с сезонной компонентой, вейвлет-сглаживание, фильтр Ходрика-Прескотта, тест ДиболдаМариано.

Afanasyev D.O.
 postgraduate student of the
 Data Analysis, Decision Making and Financial Technologies Department
 Financial University under the Government of the Russian Federation,
 Moscow

Fedorova E.A.
 Doct. Sciences (Economics),
 Professor of the Financial Management Department
 Financial University under the Government of the Russian Federation
 Moscow

A SHORT-TERM ELECTRICITY PRICE FORECASTING ON RUSSIAN MARKET USING THE SCARX MODELS CLASS

Abstract

The approbation of SCARX (Seasonal Component AutoRegressive) models class are considered for short-term price forecasting in two price area of the Russian electricity market. The SCARX based on wavelet-smoothing (SCARX-W) and Hodrick-Prescott filter (SCARX-

HP) are compared to ARX and naïve models using weighted daily and weekly mean absolute errors, as well as Diebold-Mariano test (DM-test). For testing purpose the long period as 104 weeks are used. It is shown that in the Russian market SCARX-W allows to obtain a higher accuracy of the average weekly forecast than SCARX-HP and ARX. The same results are confirmed by a formal DM-test performed for each hour of the day. The prospects of using the SCARX model class together with the different forecasts combination methods are indicated. **Keywords:** electricity price forecasting, seasonal component autoregressive, waveletsmoothing, Hodrick-Prescott filter, Diebold-Mariano test.

Особенностью прогнозирования цены электроэнергии на РСВ России является относительная скромность числа академических исследований на данную тематику. В тоже время на рынке существует целый ряд компаний, которые готовы оказывать информационно-консультационных услуги по формированию прогнозов цены, но при этом ожидаемо не раскрывают детали

используемых алгоритмов и моделей²⁹. Исключение здесь составляет сервис прогнозирования от Математического бюро², который по информации с официального сайта компании основывается на публично доступной диссертационной работе одного из ее организаторов (Чучуева, 2012).

Учитывая вышесказанное, представляет интерес апробировать предложенную Nowotarski и Weron (2016) модель SCARX на российском рынке на сутки вперед, а также сравнить ее с более традиционной в литературе ARX³⁰³¹Misioerek и др., 2006). Это, во-первых, расширит количество общедоступных апробированных подходов к прогнозированию цены электроэнергии на рынке России, а, во-вторых, позволит проверить устойчивость результатов, полученных ранее Nowotarski и Weron (2016).

Кроме того, существует неоднозначное мнение, что модели прогнозирования, разработанные для европейских бирж (в частности Nord Pool), не применимы для российского рынка (Валь и Клепче, 2011). Поэтому проверка применимости SCARX для нашего рынка позволит в том числе верифицировать и это утверждение, которое кажется спорным, как минимум из-за статистической природы авторегрессионных моделей, которая мало зависит от конкретных особенностей рынка.

SCARX представляет собой комбинацию экстраполяции тренд-сезонной компоненты L_t (с использованием модели случайного блуждания) и прогноза остатка временного ряда X_t (на базе авторегрессионной спецификации Misioerek и др., 2006): $P_t = L_t + X_t$

$$L_t = L_{t-24} + v_t, v_t \sim N(0, \sigma_{v2})$$

$$X_t = \alpha_1 X_{t-24} + \alpha_2 X_{t-48} + \alpha_7 X_{t-168} + \alpha_8 P S_t + \beta_1 Z_t + \sum_{i=1,6,7} d_i D_i + \varepsilon_t, \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_{\varepsilon 2})$$

²⁹ См., например, «StatSoft Russia» (система «Energy-Forecast: Цены», http://statsoft.ru/solutions/ready_solutions/energy-forecast-prices.php), ООО «Форексис» (система «Energy4Cast», <http://www.forecsys.com/ru/site/products/Energy4Cast/>), ООО «ЭНКОСТ»

³⁰ http://encosts.ru/uslugi_kompanii/prognoz_ceny_elektroenergii и др.

³¹ <http://www.mbbureau.ru/services/forecasting/saas>

где $X_{t-24/48/168}$ – авторегрессионная составляющая, PS_t – минимальная цена за предыдущие сутки, Z_t – прогноз потребления электроэнергии, D_i – фиктивная переменная для понедельника, субботы и воскресенья ($i = 1, 6, 7$). Для выделения трендовой составляющей использованы вейвлет-сглаживание (Nowotarski и др., 2013; Федорова и Афанасьев, 2015) с параметрами масштаба $m = 6, \dots, 13$ и фильтр ХодрикаПрескотта (Hodrick и Prescott, 1997) с параметрами сглаживания $\lambda = 1 \cdot 10^8, 5 \cdot 10^8, \dots, 5 \cdot 10^{11}$. Сравнение прогностических способностей SCARX и ARX, а также наивного подхода Nogales и др. (2002), было выполнено на базе средневзвешенной недельной абсолютной ошибки (WMAE) и более формального статистического DM-теста (Diebold и Mariano, 1995). Тестирование проводилось на трех РСВ: ценовые зоны Европа-Урал (EU) и Сибирь (SI) российской биржи АТС (период с 01.01.2014 г. по 23.12.2016 г.), а также крупнейшая европейская биржа Nord Pool (период с 01.01.2013 г. по 24.12.2015 г.). Таблица 1 и Рисунок 1 показывают полученные усреднённые WMAE (по 104 неделям тестового периода) и статистику DM-теста (для каждого часа суток отдельно). Их анализ позволяет сделать вывод, что модели SCARX с HP-фильтром приводит к менее точным результатам, чем ARX, в то время как использование вейвлет-сглаживания с «корректно» подобранным параметром масштаба позволяет повысить аккуратность прогнозов. Наиболее точной моделью для ценовой зоны Европа-Урал оказалась SCARXW₁₃, показав среднюю недельную ошибку 4,932%. Для зоны Сибирь – модель SCARX-W₈ со средней ошибкой 9,144%. С точки зрения результатов DM-теста, выполненного для каждого отдельного часа суток, в первой зоне лучшая модель оказалась статистически значимо более точной чем ARX для 10 из 24 часов, а хуже – только для 1 часа. Во второй зоне эти значения составили 9 и 3, соответственно.

Таблица 1. Сравнение прогностических способностей наивной, ARX, SCARX-W и SCARX-HP моделей для 3х рынков электроэнергии: ценовые зоны Европа-Урал и Сибирь российской биржи АТС, а также европейская биржа Nord Pool.

Модель	АТС Европа-Урал (EU)	АТС Сибирь (SI)	Nord Pool
Наивная	5,796	9,606	9,661

ARX	5,099	9,394	8,499
SCARX-W ₆	5,475	9,993	9,988
SCARX-W ₇	5,262	9,464	8,598
SCARX-W ₈	5,104	<u>9,144</u>	8,389
SCARX-W ₉	5,042	9,267	<u>8,309</u>
SCARX-W ₁₀	4,975	9,219	8,332
SCARX-W ₁₁	4,973	9,225	8,417
SCARX-W ₁₂	4,963	9,410	8,452
SCARX-W ₁₃	<u>4,932</u>	9,280	8,462
SCARX-HP ₁₋₁₀₈	5,228	9,769	8,664
SCARX-HP ₅₋₁₀₈	5,205	<i>9,780</i>	8,696
SCARX-HP ₁₋₁₀₉	5,195	9,735	8,717
SCARX-HP ₅₋₁₀₉	5,168	9,685	8,758
SCARX-HP ₁₋₁₀₁₀	5,158	<i>9,706</i>	8,765
SCARX-HP ₅₋₁₀₁₀	5,139	<i>9,774</i>	8,764
SCARX-HP ₁₋₁₀₁₁	5,131	<i>9,809</i>	8,756
SCARX-HP ₅₋₁₀₁₁	5,116	<i>9,930</i>	8,727

Пояснения: Приведены усредненные по 104 неделям WMAE. Полужирным выделены ошибки SCARX-моделей, которые оказались меньше, чем у ARX-модели. Подчеркиванием отмечены минимальные ошибки. Курсивом выделены ошибки, значения которых превышают наивную модель.

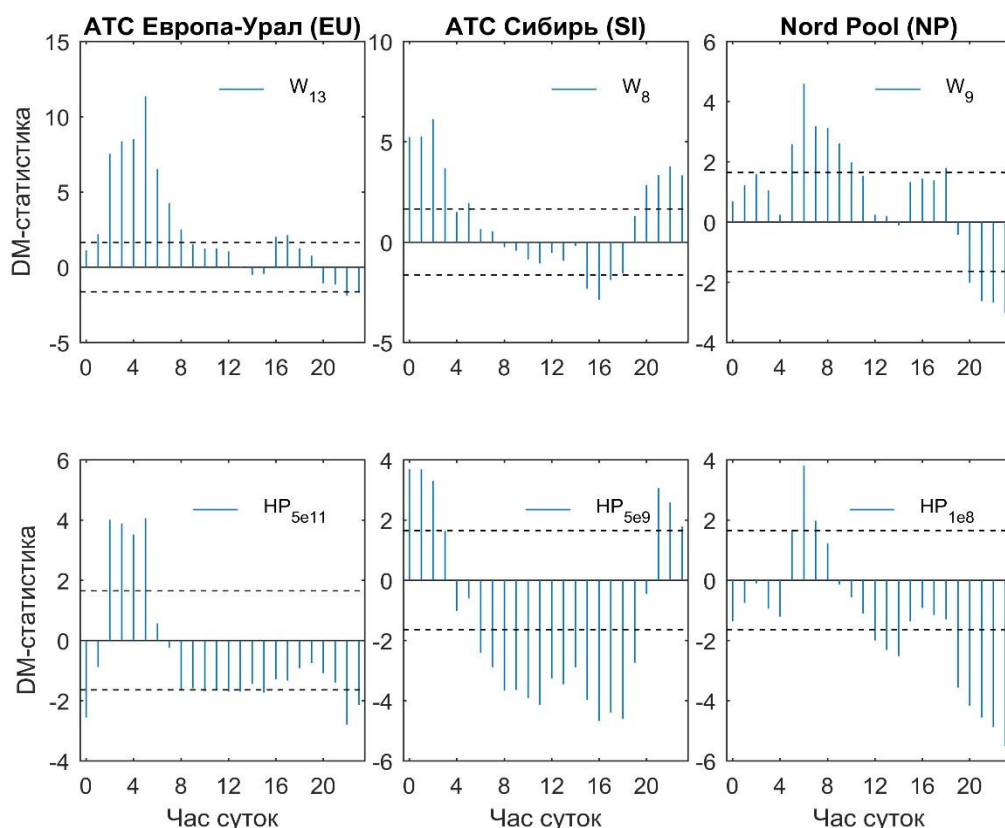


Рисунок 1. Результаты DM-теста наиболее точных моделей SCARX-W и SCARX-HP (на каждом из рынков) против ARX для каждого часа суток.

Наши результаты в целом совпали с Nowotarski и Weron (2016), показывая, устойчивость уменьшения средней ошибки прогнозирования относительно ARX, получаемое с использованием SCARX. Как можно видеть, хотя модель SCARX

предложена и проверена изначально для европейской биржи, но применима без какихлибо существенных изменений к российскому ОРЭМ, а также показывает достаточно хорошую точность прогноза. Это говорит о том, что утверждения о невозможности использовать «западные» модели к российскому рынку, не всегда оправдано.

Учитывая полученные результаты, выглядит перспективным в будущих исследованиях рассмотреть те или иные методы комбинирования прогнозов от различных вариантов SCARX (с различными типами и параметрами сглаживания). Как показано в ряде предыдущих работ (см., например, Nowotarski и др., 2014), применение

подобной техники может потенциально приводить к уменьшению средней ошибки прогнозирования, т.е. к еще большему повышению точности, относительно ARX.

Литература

- Валь П.В., Клепче Н.С., 2011. Краткосрочное прогнозирование цены на электроэнергию в условиях оптового рынка электроэнергии и мощности [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://conf.sfukras.ru/sites/mn2011/thesis/s9/s9_30.pdf.
- Чучуева И.А., 2012. Модель прогнозирования временных рядов по выборке максимального подобию. Кандидатская диссертация, МГТУ им. Баумана, Москва.
- Федорова Е.А., Афанасьев Д.О., 2015. Исследование взаимосвязи цены и спроса на российском рынке электроэнергии. Известия РАН. Энергетика 3, 3–17.
- Diebold, F.X., Mariano, R. S. (1995). Comparing predictive accuracy. Journal of Business and Economic Statistics 13, 253–263.
- Hodrick, R., Prescott, E., 1997. Postwar U.S. business cycles: an empirical investigation. Journal of Money, Credit and Banking 29 (1), 1–16.
- Misiorek, A., Trück, S., Weron, R., 2006. Point and interval forecasting of spot electricity prices: Linear vs. nonlinear time series models. Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics 10 (3), Article 2.
- Nogales, F. J., Contreras, J., Conejo, A. J., Espinola, R. (2002). Forecasting next-day electricity prices by time series models. IEEE Transactions on Power Systems 17, 342–348.
- Nowotarski, J., Raviv, E., Trück, S., Weron R., 2014. An empirical comparison of alternative schemes for combining electricity spot price forecasts. Energy Economics 46, 342–348.
- Nowotarski, J., Tomczyk, J., Weron, R., 2013. Robust estimation and forecasting of the long-term seasonal component of electricity spot prices. Energy Economics 39, 13–27.
- Nowotarski, J., Weron, R., 2016. On the importance of the long-term seasonal component in day-ahead electricity price forecasting. Energy Economics 57, 228–235.